



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

**USO DE LOS DISPOSITIVOS MÓVILES PARA EL DISEÑO E
IMPLEMENTACIÓN DE ACTIVIDADES EXPERIMENTALES PARA
LA ENSEÑANZA-APRENDIZAJE DE LAS CIENCIAS NATURALES:
LABORATORIO PORTÁTIL USANDO LAS NTIC**

WILSON GÓMEZ CARDONA

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA
FACULTAD DE CIENCIAS, ESCUELA DE FÍSICA
MEDELLÍN, COLOMBIA**

2015

**USO DE LOS DISPOSITIVOS MÓVILES PARA EL DISEÑO E
IMPLEMENTACIÓN DE ACTIVIDADES EXPERIMENTALES PARA
LA ENSEÑANZA-APRENDIZAJE DE LAS CIENCIAS NATURALES:
LABORATORIO PORTÁTIL USANDO LAS NTIC**

WILSON GÓMEZ CARDONA

**Informe de práctica docente presentado como requisito parcial para optar al título
de:**

Magister en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales

Director:

M.Sc. Diego Luis Aristizábal Ramírez

**Línea de Investigación: Propuesta de Enseñanza
Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales**

**Universidad Nacional de Colombia
Facultad de Ciencias, Escuela de Física
Medellín, Colombia**

2015

Resumen

La creciente penetración de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación (NTIC) en todos los ámbitos de nuestra sociedad ha modificado también las formas y ritmos de aprendizaje de los jóvenes. Para adaptarse a dichos cambios, los docentes deben asumir estrategias que les permitan transformar sus prácticas educativas en virtud de los avances tecnológicos. Se realiza entonces una propuesta para la implementación de los dispositivos móviles como datalogger para la realización de actividades experimentales de ciencias naturales en el marco de la teoría del aprendizaje significativo, y con un grupo de docentes y estudiantes en la utilización de dichas herramientas.

Palabras clave:

Actividades experimentales, dispositivos móviles, enseñanza de las ciencias naturales, laboratorio portátil, NTIC, aprendizaje significativo.

Abstract

The increasing penetration of new communication and information technologies (NICT) in our society has changed forms and rhythms of learning to young people. To adapting to those changes, teachers must take strategies to improve their teaching practices under technological advances. This is a proposal to using mobile devices as dataloggers in activities of experimentation sciences teaching, into the meaningful learning theory, with a group of teachers and students in use of those devices.

Keywords:

Mobile devices, science teaching, mobile science lab, NICT, meaningful learning.

Contenido

	Pág.
Resumen	V
Lista de figuras	9
Introducción	10
1. Descripción del problema y objetivos	12
1.1 El problema.....	12
1.2 La pregunta.....	13
1.3 El contexto	13
1.4 Objetivos.....	14
1.4.1 Objetivo general	14
1.4.2 Objetivos específicos.....	14
2. Marco teórico	15
2.1 Referente pedagógico	15
2.1.1 El enfoque constructivista	15
2.1.2 La teoría del aprendizaje significativo de Ausubel	15
▪ Unidades de Enseñanza Potencialmente Significativas (UEPS)	16
2.2 Referente Didáctico	18
2.2.1 Transposición Didáctica	18
2.3 El papel de las prácticas experimentales en la enseñanza de las ciencias naturales.....	21
2.4 Las Nuevas Tecnologías de la Información y la Comunicación (NTIC).....	23
2.5 El datalogger.....	24
2.5.1 La aplicación PhysicsSensor (Mobile Edition)	24
2.6 Antecedentes.....	25
3. Metodología.....	29
3.1 Elección del grupo de trabajo.....	29
3.2 Evaluación del estado inicial	30
3.3 Descripción de las actividades.....	31
4. Resultados y discusión	36
5. Conclusiones y recomendaciones	43
5.1 Conclusiones	43
5.2 Recomendaciones.....	44
Bibliografía.....	47

A.	Anexo: Encuesta para docentes IE Inmaculada Concepción	53
B.	Anexo: Construcción de la interfaz de audio.....	54
C.	Anexo: Construcción de la fotocopiadora	58
D.	Anexo: Prácticas sobre la medición de la gravedad.....	63
E.	Anexo: Prácticas de ondas mecánicas.....	72
F.	Anexo: Prácticas de ondas electromagnéticas. Espectrometría	81
G.	Anexo: Ondas electromagnéticas. Ley de Malus.	93
H.	Anexo: Práctica sobre análisis de filtros	100
I.	Anexo: Resultados de las prácticas experimentales.....	107
J.	Anexo: Evaluación de los estudiantes	119
K.	Anexo: Evaluación de los docentes	121

Lista de figuras

	Pág.
Figura 2-1: V de Gowin.....	21
Figura 2-2: PhysicsSensor Mobile.....	25
Figura 3-1: Construcción de la fotocompuerta	31
Figura 3-2: Prácticas de ondas en una cuerda y tubo de Kundt.....	33
Figura 3-3: Construcción e implementación del espectroscopio	34
Figura 4-1: Grupo participante en la propuesta.	42

Introducción

Dada la alta penetración de los dispositivos móviles de comunicación, especialmente entre la población juvenil, aparecen nuevas exigencias pedagógicas y didácticas a la labor de los maestros de nuestra sociedad. El uso de estos recursos tecnológicos debería facilitar el aprendizaje de las ciencias naturales en los alumnos por medio de la realización de prácticas experimentales.

Las nuevas tecnologías de la comunicación y la información han mostrado una penetración creciente en nuestro país en lo que se lleva de este siglo XXI, y esto se da en todas las comunidades, especialmente los adolescentes se tiene como el grupo poblacional con mayor disposición a usar las NTIC en su vida cotidiana (Arango et al, 2010 & Ruiz H, 2014).

En la actualidad, la tendencia es que en los centros de educación sean cada vez más utilizados los dispositivos móviles con fines didácticos y pedagógicos (Cantillo et al, 2012). Entre las ventajas que se tienen con la incorporación de éstos a las actividades académicas están: los costos, ya que éstos permiten reemplazar en gran medida los computadores; su carácter móvil que permite realizar las actividades académicas en momentos diferentes a la clase y en lugares distintos al aula. Además, los dispositivos móviles tienen el potencial para que los estudiantes se involucren en su propio aprendizaje y a su propio ritmo, siguiendo sus intereses particulares y motivándolos más en la construcción de su propio aprendizaje. La UNESCO afirma que los dispositivos móviles les permiten a los docentes emplear con una mayor eficacia el tiempo de las clases (UNESCO, 2013 pág. 12-13).

Se requiere entonces plantear respuestas a la necesidad de brindarles herramientas a los profesores de básica y media en la integración de las NTIC a sus procesos educativos, que les permita evolucionar en su ejercicio docente según las exigencias del

contexto. Con acceso a internet y la implementación de las NTIC, el docente ya no debe ser más un transmisor de conocimientos, sino que se convierte en ayuda del alumno para que este construya un aprendizaje significativo, además se debe tener en cuenta que cuando las personas entran en contacto con las NTIC aumenta su capacidad de crear, compartir y dominar el conocimiento. (Hernández, 2008).

El trabajo del cual se elaboró el presente informe se enfoca en el uso de los dispositivos móviles como una herramienta fundamental en la implementación de un laboratorio portátil de ciencias naturales. La propuesta didáctica se ejemplifica con algunas actividades experimentales en el marco de la teoría del aprendizaje significativo en la capacitación de un grupo de docentes de ciencias naturales y de estudiantes. Antes de empezar la intervención se hizo un previo diagnóstico sobre la percepción que tienen del uso de dispositivos móviles de comunicación como herramienta de enseñanza, además de las maneras de realizar las prácticas de laboratorio. Al final se aplicó una evaluación para determinar en qué grado logró impactar en los participantes.

1.Descripción del problema y objetivos

1.1 El problema

Con el rápido desarrollo de las tecnologías de la información y la comunicación, se ha venido dando una transformación todos los ámbitos de la sociedad, entre ellos la educación. Este vertiginoso avance tecnológico de los dispositivos de comunicación móviles ha transformado de manera muy clara los estilos de aprendizaje de los estudiantes.

En nuestro medio es muy común observar jóvenes que hacen parte de una generación digital que aprende de manera diferente, más interactiva, que están en constante comunicación o utilizando aplicaciones en diferentes tipos de dispositivos electrónicos tales como celulares, consolas de video, tabletas, entre otros (Navaridas et al, 2013). Además, este rápido desarrollo de las tecnologías móviles como tablets y smartphones permite el uso de recursos con gran potencial didáctico y pedagógico, dado que ofrecen la posibilidad involucrar más a los estudiantes en su proceso de aprendizaje permitiendo la mejora en la comprensión de los conceptos estudiados (Orozco, 2013).

Sin embargo, la cultura de uso de las NTIC en el aula aún no está del todo generalizada, en parte por falta de capacitación docente en el uso de estas tecnologías, por el desconocimiento de aplicaciones educativas, por falta de creatividad para la diversificación de las estrategias de enseñanza, por una planeación deficiente de las clases, o porque la conectividad a internet sea deficiente o nula.

En las actividades del programa denominado Antioquia Digital de la Gobernación de Antioquia, se ha evidenciado que los docentes de ciencias naturales tienen cierta avidez hacia la implementación de las NTIC en su enseñanza, pues notan la necesidad de transformar las prácticas pedagógicas tradicionales, y entre las herramientas que

conocen, algunas son solo para transmisión de contenidos. Si bien reconocen el potencial didáctico y pedagógico de algunas simulaciones y juegos, han identificado la necesidad de aplicar nuevas estrategias para la realización de prácticas experimentales de ciencias naturales, dado la pobre dotación de laboratorios con que se cuenta en las instituciones educativas del departamento.

1.2 La pregunta

Son variados los pros y los contras del uso de las NTIC en las instituciones educativas (Robledo, 2012). Mientras algunos defienden la integración de las NTIC a las aulas, otros lo cuestionan dado que este se puede convertir en un foco de distracción para el dueño y para sus compañeros de clase, sirviendo también de medio para causar humillación y burla contra alumnos o profesores por medio de las redes sociales, con fotos y videos, lo que hace que el uso de los celulares en las instituciones sea generalmente prohibido. Lo cierto es que al hacer esto, alejan el ambiente escolar de la realidad en la que se desenvuelven los jóvenes de hoy (Cantillo et al, 2012), pues se vive en una generación en la que su cotidianidad gira en torno al uso de medios de comunicación digitales y el uso de aparatos electrónicos. En este orden de ideas se plantea la siguiente pregunta:

¿Mejorará significativamente las estrategias de enseñanza-aprendizaje de las Ciencias Naturales usando los dispositivos móviles para el diseño y la implementación de actividades experimentales?

1.3 El contexto

En el Municipio de Nariño (Antioquia), ubicado en el Oriente Antioqueño a 168 km de la ciudad de Medellín, se encuentra la Institución Educativa Inmaculada Concepción, en la cual se aplicó esta propuesta didáctica. Cuenta con un solo espacio para laboratorio de ciencias naturales, pero este se encuentra con una dotación bastante deficiente. Sin embargo, en el acompañamiento de Antioquia Digital, programa de apropiación de las NTIC de la Secretaría de Educación de la Gobernación de Antioquia, y el programa Tabletas para Educar, del Ministerio de Educación, la institución ha sido dotada con una cantidad importante de tabletas (alrededor de 200).

El equipo docente que participó pertenece al área de ciencias naturales (biología, física y química) y sus títulos son respectivamente, licenciado en biología, licenciado en educación física e ingeniero químico. El grupo de estudiantes se compuso con cinco de grado 10 y cinco de grado 11, todos ellos hacen parte de un club de robótica con el que cuenta la institución, el cual ha generado buenos resultados en un año de trabajo. Todos de estratos socioeconómico similar (2 y 3), y sin necesidades educativas especiales por razones cognitivas o de comportamiento.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo general

- Elaborar una propuesta de enseñanza-aprendizaje de las Ciencias Naturales a través de actividades experimentales usando dispositivos móviles.

1.4.2 Objetivos específicos

- Desarrollar material didáctico que sea potencialmente significativo sobre algunos temas de ciencias naturales de educación básica o media apoyadas en el uso de dispositivos móviles que sirvan de ejemplos para posteriores aplicaciones por los docentes en la enseñanza de las ciencias.
- Capacitar a un grupo de docentes de ciencias naturales sobre la implementación de la propuesta.
- Evaluar el nivel de impacto que se logró en los participantes capacitados con la aplicación de la propuesta.

2.Marco teórico

2.1 Referente pedagógico

2.1.1 El enfoque constructivista

La afirmación central del constructivismo, es que el los seres humanos construyen su conocimiento a partir de los saberes previamente adquiridos; a diferencia del enfoque tradicional, en el que el docente transmite información y el estudiante es un receptor de información y contenidos. Desde el enfoque constructivista, tanto en las experiencias de la vida cotidiana como en el ambiente escolar, los estudiantes tienen oportunidad para construir conocimiento.

En la visión constructivista el estudiante abandona su papel pasivo para convertirse en participe activo y primordial en el proceso de aprendizaje, y los nuevos saberes son contruidos a través de la experiencia. El ambiente de trabajo en el constructivismo se diferencia porque cuenta con una serie de características especiales, por ejemplo: propicia el contacto con variadas representaciones de la realidad; la construcción del conocimiento se da en su reproducción; fomenta la reflexión a partir de la experiencia; propicia el trabajo colaborativo entre los estudiantes para la construcción de sus propias habilidades; entre otras características; y todas estas ellas se ven fortalecidas por el uso de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación en el proceso de aprendizaje (Hernández, 2008).

2.1.2 La teoría del aprendizaje significativo de Ausubel

El aprendizaje significativo es el proceso con el cual el estudiante relaciona un nuevo conocimiento con su estructura cognitiva de forma no arbitraria y sustantiva o no literal. Esa interacción con la estructura cognitiva no se produce considerándola como un todo, sino con aspectos relevantes presentes en la misma, que reciben el nombre de subsumidores o ideas de anclaje (Moreira, 2000). El subsumidor es, por lo tanto, un

concepto o idea ya existente en la estructura cognitiva capaz de servir de "anclaje" para la nueva información de modo que ésta adquiera significado para el individuo. Como consecuencia se tiene también que esos subsumidores se ven enriquecidos y modificados; dando lugar a nuevos subsumidores más potentes que servirán de base para futuros aprendizajes.

Para que se produzca aprendizaje significativo deben darse dos condiciones fundamentales:

- ✓ Predisposición por parte del aprendiz para aprender de manera significativa.
- ✓ El nuevo material debe ser relacionable con la estructura cognitiva (debe ser potencialmente significativo), para lo cual se requiere que el material tenga significado lógico (no arbitrario y sustantivo); y que existan subsumidores adecuados en el sujeto que permitan la interacción con el material nuevo que se presenta.

Cuando no existan subsumidores en la estructura cognitiva del aprendiz, Ausubel propone el uso de organizadores previos que sirvan de puentes para el nuevo conocimiento y lleven al desarrollo de conceptos subsumidores que faciliten el aprendizaje de los nuevos conocimientos. Los organizadores previos son materiales introductorios, presentados antes del propio material que va a ser aprendido, pero en un nivel más alto de abstracción, generalidad e inclusión que ese material, lo que permite hacer enlaces entre lo que el alumno ya sabe y lo que va a ser aprendido, y facilita a quien aprende a alcanzar el aprendizaje significativo. Estos organizadores previos pueden ser expositivos (cuando el nuevo material no es familiar para el aprendiz) y/o comparativo (cuando el material es relativamente familiar).

▪ **Unidades de Enseñanza Potencialmente Significativas (UEPS)**

En una unidad didáctica se debe tener en cuenta los objetivos, una secuencia ordenada de actividades y contenidos, organización del espacio y del tiempo, materiales y recursos didácticos y los criterios e instrumentos para la evaluación. Cuando se propone una unidad didáctica en el marco de la teoría del aprendizaje significativo, se le denomina unidad de enseñanza potencialmente significativa (UEPS). La realización de una UEPS se fundamenta en los siguientes principios (Moreira, 2005):

- ✓ El conocimiento previo es la variable que más importante para lograr un aprendizaje significativo.
- ✓ El estudiante decide si aprender significativamente determinado conocimiento o no. También depende de los sentimientos, pensamientos y acciones del dicente.
- ✓ Se requieren organizadores previos que permitan relacionar nuevos y previos conocimientos.
- ✓ Las situaciones problema pueden funcionar como organizadores previos; y deben aumentar progresivamente su complejidad que permita a los estudiantes un modelo mental funcional para resolver dichas situaciones.
- ✓ La evaluación del aprendizaje significativo se debe medir en términos de evidencias.
- ✓ La enseñanza se basa en una relación triádica entre el docente, estudiante y los materiales educativos, con la finalidad de que el estudiante se apropie y comparta significados que son aceptados en el contexto de la materia de que se aprende.
- ✓ El aprendizaje no debe ser mecánico sino crítico, mediado por el uso de variados materiales y estrategias de enseñanza, las cuales deben ser centradas en el alumno.

La construcción de una UEPS debe ser sistémica, por lo que Moreira (2005) propone los siguientes pasos secuenciales:

- Definir el tema específico a enseñar.
- Proponer situaciones (discusión, cuestionario, mapa conceptual, situación-problema, etc.) que lleven al alumno a manifestar su conocimiento previo sobre el tema de estudio. Estas situaciones problema pueden funcionar como organizador previo.
- Proponer alguna otra actividad colaborativa que lleve a los alumnos a interactuar socialmente, compartiendo los diferentes puntos de vista significados, con el profesor como mediador.
- Para finalizar la unidad, se retoman los tópicos más importantes del contenido a enseñar, pero desde una perspectiva integradora (reconciliación integradora). Después de esto, se deben trabajar nuevas situaciones problema en un nivel más alto de complejidad con relación a las situaciones anteriores. Esas situaciones

deben ser resueltas en actividades colaborativas y después presentadas y/o discutidas en el grupo grande.

- La evaluación del aprendizaje en la UEPS debe ser realizada a lo largo de su implementación, mediante situaciones problema que impliquen comprensión, que manifiesten la captación de significados. La evaluación en una UEPS se debe componer tanto en la evaluación formativa como en la evaluación sumativa.
- La UEPS solamente será considerada exitosa si al evaluar el desempeño de los estudiantes se evidencia aprendizaje significativo (captación de significados, comprensión, capacidad de explicar, de aplicar el conocimiento para resolver situaciones-problema).

2.2 Referente Didáctico

2.2.1 Transposición Didáctica

El concepto de transposición didáctica presupone la idea del saber científico y la manipulación del mismo en los procesos de enseñanza, con fines determinados (Cardelli, 2004). Los objetos de enseñanza deben ser transformados en conocimientos a adquirir por los alumnos.

El sistema social de enseñanza es el responsable de seleccionar los conocimientos del saber sabio que los estudiantes deben adquirir. Pero estos conocimientos deben ser adecuados primero por expertos en la publicación de guías, manuales y/o textos apropiados para los estudiantes a quien serán dirigidos (saber escolar). Luego es función del docente organizar y adecuar la información según la necesidad y pertinencia que identifique (saber enseñado) para que los estudiantes se apropien del conocimiento, y este sea asimilado de manera que se produzca un aprendizaje significativo (saber del alumno). Se tiene entonces una terna compuesta por una relación hegemónica institución-docente-alumno: La relación institución-docente está determinada, entre otras cosas, por las políticas de la clase dominante y por la pedagogía adoptada en las instituciones educativas. La relación docente-alumno está dada por las estrategias que el docente emplee para facilitar que los estudiantes se apropien de los conocimientos que se le transfieren (proceso de enseñanza-aprendizaje).

La didáctica cubre el proceso de enseñanza aprendizaje, establece la relación entre maestro y alumno, la cual está integrada por varios componentes (categorías de la didáctica) los cuales son el problema, el objetivo, el contenido, el método, los medios, la forma y la evaluación (Álvarez de Zayas, 2012). En este caso, se tomarán como referencias algunas categorías de la didáctica tales como el método, los medios, la planeación y la evaluación.

- **El Método:** El método incluye todas las estrategias y los recursos empleados para hacer que el estudiante se apropie de conocimientos, y se dé la asimilación no solo reproductiva, sino también productiva y creativa, siendo estas dos últimas las más importantes en el desarrollo intelectual de los estudiantes, aunque su asimilación es imposible sin asimilar la reproductiva.

Se hace necesario implementar en la enseñanza de las ciencias modelos alternativos, que permitan al estudiante acercarse más al saber científico por medio de una participación más trascendente en el proceso educativo docente. Ortega (2007) describe modelos de enseñanza alternativos de manera general, sus ventajas y las dificultades de estos modelos, y el modelo por investigación, mediante el cual el estudiante se enfrenta a problemas según su contexto y construye procesos investigativos de una manera más autónoma.

El método es tal vez la categoría didáctica más amplia, pues podríamos incluir en esta subcategorías como los medios, la planeación, la experimentación y la evaluación. No debemos confundir el método con la metodología pues esta última es más general que el método e incluye a este. La metodología es el proceso docente educativo.

- **Los Medios:** Los medios son todos los recursos que el docente utiliza con fin de facilitar que los estudiantes desarrollen un aprendizaje significativo. Son medios tanto los útiles escolares del estudiante, como las salidas pedagógicas, los recursos tecnológicos y virtuales, los juegos didácticos, los instrumentos y materiales para realizar prácticas experimentales, entre otras (Álvarez de Zayas, 2012). Los medios se incluyen en la categoría método, porque sirven de apoyo para que el docente realice ciertas actividades didácticas que promuevan el aprendizaje constructivista, estimulan la curiosidad, la transformación de los contenidos, el trabajo cooperativo y

la creatividad. Los medios deben ayudar en el desarrollo de la creatividad, de la capacidad de comunicación y estimulación de la curiosidad. Los medios son la materia prima del método, y se determinan desde la planeación.

- **La Planeación:** En la planeación, el docente debe reflexionar sobre los contenidos, los objetivos, las herramientas a implementar, la evaluación y el contexto que rodea a la comunidad educativa; manteniendo una coherencia entre la teoría y la práctica docente (Álvarez de Zayas, 2012).

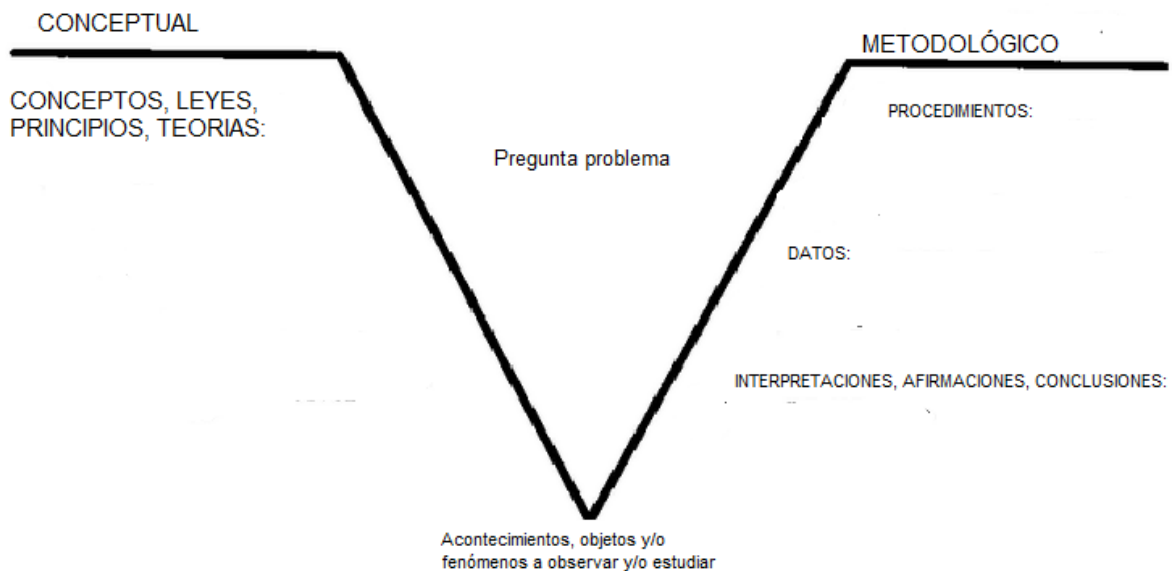
La planeación permite determinar los objetivos de enseñanza que los estudiantes pueden alcanzar, mejorar la práctica docente, transformando los contenidos a enseñar, los materiales de trabajo y la relación docente-estudiante. La planeación se debe usar entonces como una herramienta que permita transformar la enseñanza de las ciencias (Klein, 2012). Todas las actividades planeadas deben tener un objetivo claro y alcanzable, con un tiempo de ejecución determinado. La planeación debe ser flexible, que permita modificarse en la práctica según las necesidades encontradas.

- **La Evaluación:** Es un sistema que interviene en todas las etapas del proceso docente educativo siendo de diagnóstico (evaluación inicial), formativa (sobre la marcha del proceso) y de acreditación (final). Este es un proceso en el que el docente determina los avances del estudiante para orientarlo con el fin de alcanzar el objetivo; pero el alumno debe ser partícipe del proceso evaluativo, siendo consciente de sus progresos, de sus faltas, de sus aciertos y errores (autoevaluación), y de una evaluación a sus compañeros (coevaluación) y una evaluación al docente. Diferentes autores (por ejemplo Klein, 2012 y Díaz, 2005) sugieren una serie de técnicas en las que se puede tener una participación activa de los estudiantes. Entre ellas el contrato didáctico, pruebas objetivas, portafolio, diálogos dirigidos, entre otras.

Una buena evaluación tiene una serie de efectos en los estudiantes tales como la consolidación de habilidades y conocimientos, estimula el sentimiento de superación, apoya en el desarrollo de mecanismos de estudio y aprendizaje, entre otros (Córdoba, 2006). Una de las técnicas más recomendadas para los procesos evaluativos e investigativos es la implementación de la V de Gowin (Ramos, 2009), con la cual el estudiante debe reflexionar sobre lo que ha hecho para comprender la

estructura del conocimiento científico y posibilitar su reconstrucción a partir de la relación entre los conceptos y los hechos (Figura 2-1). Es decir, teniendo en cuenta como dimensiones del conocimiento la dimensión conceptual (teorías, principios, leyes, conceptos) y la dimensión metodológica (procedimientos, juicios de valor, interpretación de datos, registro de acontecimientos) y el evento o fenómeno estudiado y una serie de preguntas relacionadas con dicho fenómeno, y por medio de una representación esquemática, el estudiante puede apoyarse en la reflexión y construcción de su conocimiento.

Figura 2-1: V de Gowin



2.3 El papel de las prácticas experimentales en la enseñanza de las ciencias naturales

La enseñanza de las ciencias naturales mediante la aplicación de actividades experimentales trae inmersas toda una cantidad de bondades, pues motiva al estudiante desde su curiosidad, exige reflexión y establecimiento de hipótesis, y análisis de resultados cuantitativos y cualitativos. Para Carrascosa (Carrascosa et al, 2006) las actividades experimentales deben ser propuestas como investigaciones concernientes a investigación sobre problemas de interés, y no como simples algoritmos o recetas que generalmente transmiten un conjunto deformado de la ciencia y la actividad científica.

Flores et al (2009) afirman que la enseñanza tradicional en los laboratorios de ciencia no han dado resultados exitosos en aspectos como el desarrollo de competencias para la adquisición de ideas y conocimientos científicos, el establecimiento de hipótesis para el análisis de problemas, dado el papel pasivo que tienen los alumnos. En la revisión de diversas investigaciones sobre las actividades experimentales en el aula, los mejores resultados se dan en enfoques diferentes al tradicional y al aprendizaje por descubrimiento, tales como el aprendizaje basado en problemas; aunque en la actualidad se sigue investigando al respecto.

Las prácticas experimentales deben incluir una discusión sobre la importancia del trabajo a realizar y el esclarecimiento de la problemática a abordar, además de favorecer la discusión de hipótesis por parte de los alumnos, análisis de cálculos y resultados, trascendiendo así más allá de la simple realización de cálculos y mediciones. Los estudiantes deben participar en el diseño del experimento (generalmente esto no se tiene en cuenta) lo que les permiten reconocer y reflexionar sobre el papel de la tecnología en el desarrollo de las ciencias (Furió et al, 2006). Se sugiere reorientar las actividades de laboratorio de tal manera que dejen de ser netamente experimentales, sino que permitan integrar otras actividades también importantes en el quehacer científico, para lo cual se plantean una serie de aspectos importantes a tener en cuenta para realizar la reorientación de las actividades hacia la investigación (Carrascosa et al, 2006), que no se deben entender como pasos o etapas secuenciales, sino como un recordatorio de lo que se debe tener en cuenta en el trabajo científico en el aula.:

- Presentar situaciones problemas abiertas en un nivel de dificultad adecuado, y permitir que los estudiantes las transformen en situaciones problemas precisos.
- Favorecer la reflexión de los estudiantes sobre el problema, su relevancia y las relaciones entre la tecnología la ciencia, la sociedad y el ambiente
- Motivar los análisis cuantitativos, para comprender mejor el problema, precisar y acotarlo, reconocer el papel de las matemáticas en la investigación científica.
- Elaboración y planificación del diseño experimental por los propios estudiantes, utilizando en lo posible la tecnología actual (pc, sensores, dispositivos móviles, electrónica, etc).
- Replantear el estudio desde otro nivel de complejidad o de problemas derivados, considerando así otras posibles perspectivas, además de las implicaciones en otras ramas del conocimiento.

- Realizar memorias científicas que den cuenta del trabajo realizado.
- Potenciar el trabajo científico colaborativo, mediante la organización de equipos de trabajo y propiciando la interacción entre dichos equipos.

2.4 Las Nuevas Tecnologías de la Información y la Comunicación (NTIC)

Cuando nos referimos a las nuevas tecnologías de la información y la comunicación (NTIC) en la educación, hablamos de aquellas tecnologías provenientes de la microelectrónica, la informática y las comunicaciones, y que tienen la posibilidad de ser implementadas en las instituciones educativas con fines pedagógicos o de aprendizaje (Orozco H, 2013). Hay varias formas de enseñanza con el apoyo de las tecnologías de la información y la comunicación, entre ellas el e-learning, b-learning y m-learning (Paredes, 2013). E-learning es aquella formación virtual a través de internet, a distancia por medio de clases y actividades virtuales. Con el b-learning (aprendizaje mixto) se da una mezcla entre el aprendizaje presencial y el aprendizaje on-line a través de plataformas virtuales. Por último, m-learning es descendiente de la e-learning, que se apoya en la utilización de dispositivos móviles inalámbricos (Montoya, 2007). Los dispositivos móviles es un procesador que tiene entradas (teclado, pantalla táctil, etc.) y salidas (vibración, audio, pantalla, etc.) .

El m-learning (aprendizaje móvil) utiliza los dispositivos móviles de comunicación inalámbrica para apoyar los métodos de enseñanza- aprendizaje, permitiendo al educando elegir el tiempo y el lugar para su proceso de aprendizaje. El m-learning es una buena estrategia, teniendo en cuenta el rápido desarrollo de los dispositivos móviles así como su variedad de aplicaciones (Paredes, 2013). Por ejemplo, con un dispositivo móvil en general se cuenta con cámara fotográfica, GPS, grabador de audio y video, posibilidad de transferencia de datos por bluetooth o internet con sus inminentes aplicaciones para el trabajo colaborativo e interactivo, entre otras bondades.

Entre las ventajas que presentan los dispositivos móviles se tienen (Bartolomé, 2012):

- Mejora de las actividades gracias a la presencia de las diferentes aplicaciones, que incluso permiten la experimentación tomando datos en tiempo real.

- Cada vez se encuentran mejores aplicaciones educativas, pues el desarrollo de estos dispositivos es continuo en la actualidad, y la demanda de estas aplicaciones por las instituciones educativas es creciente.
- Permite el acercamiento de los estudiantes a las nuevas tecnologías, permitiendo desarrollar las competencias tecnológicas y disminuir la brecha digital.
- Mejoran la labor docente, gracias a la variedad de recursos y brindan herramientas para la planeación y la evaluación, entre otras actividades.

Pero los dispositivos móviles también tienen algunas desventajas, que se convierte en barreras para el aprendizaje móvil (UNESCO, 2012), tales como:

- Los costos de algunos de estos dispositivos, dado que muchos de ellos son artículos muy recientes.
- Aún faltan recursos en la red, aunque el desarrollo de estos continúa.
- Muchas de las aplicaciones educativas no son gratuitas.

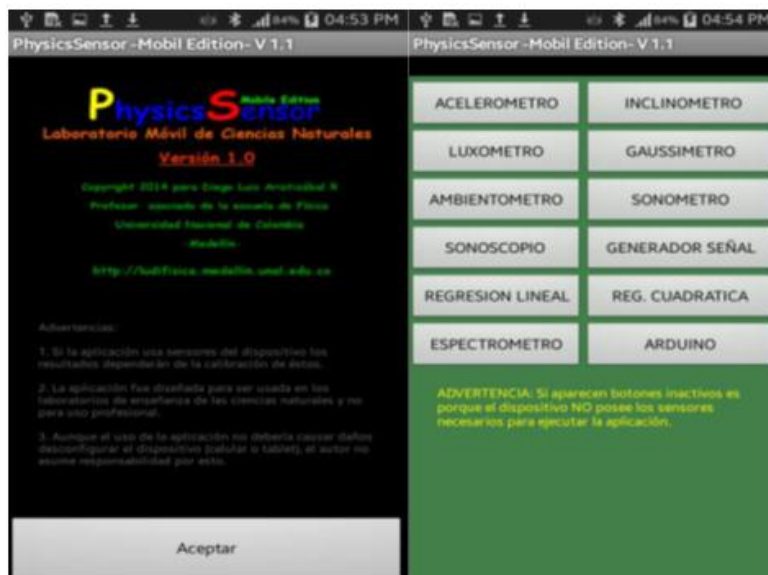
2.5 El datalogger

Un datalogger es un dispositivo electrónico con memoria interna que permite registrar y almacenar datos y hacer mediciones en tiempo real de numerosas variables (temperatura, tiempo, voltaje, iluminancia, contar eventos, entre otras) y analizar una gran cantidad de fenómenos (registros climáticos, campos magnéticos, contero de repeticiones, etc.), utilizando sensores que él mismo contiene o conectados externamente. Esto los hace tener gran potencial para ser usados en la enseñanza de las ciencias naturales.

2.5.1 La aplicación PhysicsSensor (Mobile Edition)

Esta es la versión móvil del software PhysicsSensor desarrollada por el profesor Diego Luis Aristizábal de la Universidad Nacional de Colombia-Sede Medellín, que permite utilizar los dispositivos móviles (celulares y tabletas) como dataloggers. Esta aplicación es diseñada para utilizarse como laboratorio móvil en la enseñanza de las ciencias naturales, y puede ser instalada en dispositivos móviles que funcionan bajo el sistema operativo de Android. Consta de los siguientes módulos: Acelerómetro, inclinómetro, luxómetro, gaussímetro, ambientómetro, sonómetro, sonoscopio, generador de señal, regresión lineal, regresión cuadrática, espectrómetro y arduino (Ver Figura 2-2).

Figura 2-2: PhysicsSensor Mobile



2.6 Antecedentes

Los trabajos anteriores, y que guardan relación con este por la metodología y la utilización de las TIC en el ámbito escolar, son variados, pero es de resaltar que son escasos los que emplean los dispositivos móviles para la realización de actividades experimentales. Aquí se muestran algunos realizados en diferentes países del mundo.

En el año 2011, Marchisio et al (2011) de la Universidad del Rosario en Argentina, diseñaron e implementaron un laboratorio remoto para un curso sobre los fundamentos de la electrónica básica para estudiantes de ingeniería mediante el desarrollo de software y hardware con conexión a internet, y el aprendizaje basado en problemas. Los resultados fueron satisfactorios, superándose todas las expectativas del proyecto.

En el 2003, en la *Duke University* se implementó un programa en el cual entregaron de manera gratuita dispositivos móviles a los estudiantes con la claridad que el uso era estrictamente con fines educativos. Este programa fortaleció el aprendizaje interactivo, y los estudiantes reconocieron que estas eran herramientas importantes para la construcción de conocimiento (Robledo, 2012).

Villarreal (2005) plantea la necesidad de integrar las NTIC a las prácticas experimentales en el área de química. En este trabajo un grupo de docentes de química participaron en

una capacitación sobre el modelo de enseñanza y aprendizaje en un método constructivista en la resolución de problemas en prácticas de laboratorio, integración de las NTIC a la enseñanza y algunos softwares educativos útiles. Se concluye en este trabajo que la capacitación contribuyó a una familiarización de los docentes con las NTIC a sus clases (Villareal et al, 2005).

En el 2007, una universidad mexicana adelantó un programa de posgrado en áreas administrativas en modalidad a distancia implementando dispositivos de comunicación móviles inalámbricos. Por medio del envío de mensajes y contenido que sus estudiantes revisaban fuera de casa y en la oficina (Montoya, 2007). En este estudio se encontró que las prácticas educativas sí cambiaron, pues “obligan” a los docentes, administrativos y creadores de contenidos a pensar de forma diferente. En dicha investigación se halló además que el uso de los dispositivos móviles en ambientes educativos traen una serie de implicaciones: en la organización (el uso de dispositivos móviles requiere una planeación); apoyo multidisciplinar (diseñadores, programadores, etc); desarrollo del capital social (al compartir del docente y colegas); en análisis previos (competencias tecnológicas de los estudiantes y dispositivos con que cuenta); implica creatividad de los docentes y diseñadores.

Guerrero (2012) propuso la implementación de un prototipo apoyado en dispositivos móviles para la enseñanza de cálculo diferencial en los primeros semestres de ingeniería, por medio de una metodología basada en el constructivismo. En este proyecto los estudiantes accedían a una plataforma con los contenidos de la materia, por medio de dispositivos móviles a través de una aplicación Android la cual es compatible con la plataforma Moodle.

Orozco (2013) citando a Sánchez (2010) advierte que la integración de las TIC requiere la capacitación previa de los docentes en el uso y empalme curricular de estos recursos tecnológicos; y los estudiantes deben utilizar dichos recursos después de establecer claramente el propósito de aprendizaje. Menciona que las investigaciones sobre la integración de las TIC y el impacto en el aprendizaje se agrupan en tres grupos:

- Sobre los usos de las TIC. En varios estudios han demostrado que el carácter visual e interactivo de algunas tecnologías permite involucrar a los estudiantes mejorando la comprensión de los conceptos, especialmente en las áreas de lenguaje, matemáticas y ciencias.

- Sobre las condiciones de uso. Diversos estudios muestran que en las instituciones en que las TIC forman parte de las actividades didácticas, se evidencia mayor aprendizaje y unos mejores resultados de los estudiantes. Pero esto no depende sólo de los recursos tecnológicos, sino también de las concepciones pedagógicas de los docentes para la implementación de las TIC.
- Sobre las características de los usuarios. Los resultados en la educación depende del provecho que logre sacar un estudiante de las ventajas de las TIC, así como de las prácticas educativas de los docentes frente a la implementación de estos recursos.

Para la enseñanza de las ciencias con apoyo de las tecnologías de la información y la comunicación se han generalizado cuatro formas de uso: Laboratorios virtuales y asistidos por computador, realización de consultas mediante buscadores, participación en comunidades con intereses particulares, y aplicaciones multimedia (Castiblanco & Vizcaíno, 2008).

Adicional a esto, en Colombia se viene desarrollando un proyecto llamado “Raíces de Aprendizaje Móvil”, el cual es un programa de acompañamiento y formación de los profesores cuyo objetivo es lograr una integración de contenidos educativos digitales con su quehacer pedagógico. Este proyecto es parte del proyecto a nivel mundial BridgeIT. En la ejecución de este programa, se entrega a los docentes una dotación que consta de un equipo móvil con plan de datos (acceso a Internet) a través del cual se descargan videos y recursos educativos digitales (de una colección previamente evaluada) para proyectarlos durante la clase con un televisor o video beam. Actualmente este proyecto está en ejecución y no se han publicado resultados de evaluación del mismo.

El proyecto BridgeIT también es la base de un proyecto similar que se ejecuta en Chile llamado Puentes Educativos. Este proyecto orientado para mejorar el aprendizaje de los estudiantes de inglés, ciencias y matemáticas. En este y el anterior proyecto, los docentes son capacitados para integrar el uso de los dispositivos móviles a su labor de enseñanza, de tal manera que se dé una transformación de la pedagogía tradicional, hacia una enseñanza centrado en el estudiante propiciando la realización de actividades más interactivas en el aula. En ambos proyectos, los docentes utilizan los dispositivos de comunicación móvil para presentar videos educativos en sus clases.

En Argentina, se tiene también otro proyecto conocido como EMIA-SMILE, con el cual se proporcionan smartphones a los estudiantes. El objetivo de este proyecto es promover el aprendizaje de la lectoescritura y las ciencias por medio de un aprendizaje basado en la investigación, apoyado en estrategias interactivas y colaborativas.

Torres (2010) propuso a grupos de estudiantes de básica secundaria una serie de prácticas experimentales de física asistida por computador y el empleo de sensores. Los temas que analizó fueron sobre movimiento armónico simple, plano inclinado y curva de calentamiento, actividades que fueron bien recibidas por los alumnos, pues permitieron la contratación de los conocimientos previos e interpretación de los resultados. Sugiere utilizar estos recursos propiciando la generación de hipótesis y la discusión de los resultados por parte de los alumnos.

En Chile, en el Colegio San Agustín de la ciudad de Antofagasta se aplicó a los docentes un programa de capacitación en competencias en TIC para permitirles “enriquecer sus prácticas pedagógicas y su rol como docente” (Heinz & Lara, 2011). Los docentes participantes en general alcanzaron un nivel medio avanzado en las competencias TIC que se evaluaron en esta investigación.

Así pues, hay varios proyectos concernientes al uso de las TIC pero en su mayoría es con el uso de los computadores; los dispositivos móviles como tablets o celulares aún están incursionando en el medio como herramientas alternativas con fines pedagógicas, pero se requieren más propuestas que permitan aplicar en el aula y sacar conclusiones con base a la utilización de estos recursos tecnológicos.

3. Metodología

El propósito de este trabajo es desarrollar un material potencialmente significativo que se compone de algunas actividades experimentales a modo de ejemplo implementando dispositivos móviles como dataloggers en la enseñanza de las ciencias naturales, como una estrategia viable por sus costos y su potencial pedagógico y didáctico; que les permita a los docentes de ciencias naturales de educación básica y media mejorar sus prácticas educativas en la experimentación.

Para lograr esto, inicialmente se definen las prácticas ejemplo a realizar, realizando una previa selección de los materiales necesarios en cada una de ellas, y ejecutarlas luego con el equipo de docentes del área de ciencias naturales de una institución educativa y una muestra de estudiantes de los grados de 10 y 11 de la misma institución.

Estas prácticas se realizan después de llevar a cabo un previo diagnóstico sobre las condiciones de tiene la institución para realizar las prácticas de laboratorio, además de una caracterización general de los métodos de enseñanza de los docentes. A continuación se describen detalladamente cada una de las actividades realizadas con los estudiantes y docentes, además de una evaluación cualitativa en que se determina el impacto que tiene la ejecución de esta propuesta en docentes y estudiantes, teniendo en cuenta la actitud para con el desarrollo de las actividades propuestas que demostraron los participantes.

3.1 Elección del grupo de trabajo

Este trabajo se ejecutó en la Institución Educativa Inmaculada Concepción en el Municipio de Nariño (Ant) con un grupo de cinco estudiantes de grado décimo y cinco de grado once, y tres docentes del área de Ciencias naturales. Estos son los únicos docentes de ciencias naturales de la Sede de esta institución, y aquéllos son una muestra de los estudiantes de grado 10 y 11, los cuales apoyarán en la construcción

posterior de más dispositivos con sus compañeros. Todos los estudiantes participantes tienen edades entre los 15 y 17 años, sin necesidades educativas especiales, de estrato socioeconómico similar y con un buen desempeño en las áreas de matemáticas y ciencias naturales. Todos ellos pertenecen al club de robótica que acompaña Antioquia Digital en la institución.

3.2 Evaluación del estado inicial

Para realizar un diagnóstico inicial, se presenta a los docentes una encuesta que permite acercarnos a un diagnóstico sobre la realización de las prácticas experimentales que allí se realizan, sobre los recursos con los que cuentan, además de la implementación de las TIC en su práctica pedagógica (Anexo A).

Pese a que los docentes participantes afirman la gran relevancia que tiene la experimentación en sus áreas, no encuentran los medios necesarios para ello, pues la institución cuenta con un espacio de laboratorio pero sin dotación para el estudio de las ciencias naturales; y las pocas prácticas experimentales que afirman realizar se desarrollan con materiales caseros, por ejemplo en la construcción de cohetes de agua para la explicación de las leyes de Newton o para realizar experimentos de estudio de las leyes de los gases en química. En general conocen algunas generalidades sobre la teoría del aprendizaje significativo y del constructivismo, pero afirman que sus clases son más de corriente tradicional. Todos dicen utilizar las TIC en su labor, pero no en actividades experimentales, ni mucho menos los dispositivos móviles.

Con el acompañamiento del Programa Antioquia Digital de la Gobernación de Antioquia, se ha podido observar que los tres docentes son bastante receptivos frente a las nuevas herramientas para mejorar su proceso de enseñanza, y hubo un particular interés cuando conocieron la aplicación PhysicsSensor en su versión móvil, pues es pertinente dado que recientemente llegaron a la institución 120 tabletas para uso educativo.

Además se compartió y socializó con los estudiantes y profesores participantes en el proyecto la aplicación PhysicsSensor Mobile desarrollada en la Escuela de Física de la Universidad Nacional por el profesor Diego Luis Arisitizábal, y se pudo observar un particular interés en la aplicación al explorarla desde sus propios teléfonos celulares; especialmente en el acelerómetro, inclinómetro, luxómetro y sonoscopio.

Todos los estudiantes participantes en este trabajo hacen parte del club digital de robótica Narobots, el cual es uno de los mejores del oriente antioqueño, lo que da indicios de su inclinación hacia lo experimental, pues la estrategia de clubes digitales de la Gobernación de Antioquia en el Programa Antioquia Digital es de participación voluntaria.

3.3 Descripción de las actividades

- *Construcción de la interfaz de audio.* Para poder realizar las prácticas que utilicen el tubo de Kundt o la fotocompuerta con el PhysicsSensor para dispositivos móviles, es necesario adaptar la interfaz de audio la cual fue diseñada en las instalaciones de la Universidad Nacional por el ingeniero físico Luis Londoño. Previamente se construyeron las necesarias para la ejecución de la propuesta, y poder tenerlas en la institución educativa listas para su implementación. Este proceso se describe en el Anexo B.
- *Construcción e implementación de la fotocompuerta.* La fotocompuerta es un dispositivo con gran potencial para la aplicación en actividades experimentales sobre cinemática, movimiento armónico simple, sistema masa resorte y mecánica. En el presente trabajo se llevó a cabo la construcción de seis fotocompuertas, cinco construidas por los estudiantes en parejas y dos por los docentes participantes (ver Figura 3-1 y Anexo C).

Figura 3-1: Construcción de la fotocompuerta



Con las fotocompuertas se realizó, a modo de ejemplo para su implementación, la medición de la aceleración de la gravedad por tres métodos: utilizando el concepto de caída libre y por medio del péndulo simple. Como organizador previo de tipo expositivo, se implementa un mapa conceptual que le permita al estudiante ubicarse dentro de un contexto conceptual del tema de estudio (en este caso el movimiento en caída libre y el movimiento armónico simple), y se complementa con la ejecución de la aplicación SimulPhysics para analizar las diferencias entre los movimientos uniformes, acelerados y desacelerados tanto en las ecuaciones como en el análisis gráfico.

Los estudiantes, al aplicar el organizador previo afirmaron recordar lo que pocas semanas atrás habían visto en sus clases normales. No todos tienen claros los conceptos de desplazamiento, velocidad y aceleración; además presentar algunas dificultades en la descripción del movimiento a partir del gráfico velocidad vs tiempo por lo que las preguntas después de la actividad experimental se enfocan en este sentido. Luego de esto se procede a realizar la medición de la gravedad por grupos de dos personas. Primero utilizando el concepto de caída libre y la ecuación de la aceleración, luego utilizando el péndulo simple.

Seguidamente, se pide a los estudiantes realizar un análisis sobre las causas del error y el cálculo de este teniendo como referencia el valor de la aceleración de la gravedad en Medellín, además de ciertas preguntas para determinar el grado de apropiación conceptual por parte de los estudiantes (Anexo D).

A través de diálogos con todos los participantes, se indaga por su acogida, la curiosidad que demuestran, su actitud frente a las actividades que se les propone. Sobre la implementación de la fotocompuerta, que en este caso se utilizó para medir la aceleración de la gravedad en el Municipio de Nariño utilizando tres métodos distintos. Todos los estudiantes mostraron muy buena disposición para la realización de dichas actividades.

Después de llevar a cabo las mediciones de la gravedad, se les pide analizar a los estudiantes causas del error además de calcular el porcentaje del mismo,

algunas preguntas para averiguar su apropiación conceptual, además de la V de Gowin.

- *Experimentos sobre ondas mecánicas:* En este caso, los experimentos fueron demostrativos, con el fin de analizar algunas generalidades sobre las ondas. Como organizador previo de tipo expositivo, se realizan una serie de preguntas dirigidas, con las cuales inicialmente relacionan el movimiento periódico con el comportamiento ondulatorio con la ayuda del programa Simulphysics; para luego pasar por el concepto de longitud de onda, resonancia y armónico, propagación ondulatoria, amplitud, periodo y frecuencia. Seguidamente, se realizan de manera demostrativa dos experimentos para estudiar las ondas mecánicas, a saber: de resonancia en una cuerda, en el cual se buscan los armónicos de la cuerda después de la realización de los cálculos respectivos y observando a través del estroboscopio manual; y medición de la velocidad del sonido en el aire implementando el tubo de Kundt (ver figura 3-2 y Anexo E). En el anexo I se muestran los resultados obtenidos por los participantes en dichas experiencias. Adicional a esto, con la ayuda del módulo Sonoscopio, se les pidió calcular la frecuencia de su voz y compararla con la de algunos compañeros y compañeras.

Figura 3-2: Prácticas de ondas en una cuerda y Tubo de Kundt



- *Espectroscopia:* se les muestra el concepto de ondas electromagnéticas, espectro electromagnético y luz visible. Como organizador previo, se propone un mapa

conceptual que los estudiantes deben completar siguiendo las pistas allí indicadas, diferenciándose las ondas electromagnéticas como otro grupo de ondas, que tienen parámetros de análisis similares a las mecánicas tales como amplitud, periodo y frecuencia. Como tema introductorio al tema de espectroscopia, se proyectan imágenes sobre algunas estrellas y planetas, con algunos datos sobre su composición, y los métodos utilizados por los físicos para ello, como una de las aplicaciones claras de la espectrometría. Y por último, se procede a la construcción del espectroscopio, su respectiva calibración, el análisis del espectro de una lámpara fluorescente y su implementación en la determinación del espectro del sodio (ver Figura 3-3 y Anexo F). En el anexo I se muestran algunos resultados obtenidos en esta práctica experimental.

Finalmente, se procede a realizar entrevistas grupales a los estudiantes sobre sus opiniones sobre la práctica realizada además de proponer a los docentes evaluar las actividades experimentales mediante la aplicación de la V de Gowin, la cual es realizada también luego del experimento.

Figura 3-3: Construcción e implementación del espectroscopio



- *Ley de Malus*: Sobre práctica de la comprobación de la ley de Malus, como introducción se propone una exposición muy general sobre la visión estereoscópica del ser humano la cual es la que nos permite tener una percepción en 3D, para luego hacer su analogía en el funcionamiento del cine 3D y el papel de los lentes polarizadores.

Como organizador previo se propone la revisión de dos animaciones del programa SimulPhysics para diferenciar entre ondas transversales y longitudinales. Seguidamente se presenta una simulación en línea en la que se muestra de manera muy gráfica una onda electromagnética, mostrándola como oscilaciones en planos perpendiculares del campo eléctrico y el campo magnético. Luego se proyecta otra simulación que muestra lo que ocurre cuando se colocan dos polarizadores ante una fuente de luz y la incidencia que tiene el ángulo entre los polarizadores en la intensidad lumínica que le llega al observador. Se les presenta los polarizadores (brindados por el Profesor Diego Luis Aristizábal), los cuales son explorados y manipulados por los docentes y estudiantes.

Además, se socializa en qué consiste la ley de Malus, su respectiva expresión matemática y su gráfica correspondiente, la cual se verifica experimentalmente con el módulo Luxómetro de la aplicación PhysicsSensor (Anexo G). Se les propone luego unas preguntas y una forma de evaluación utilizando la V de Gowin, además de indagar las apreciaciones de los estudiantes sobre la práctica realizada.

- En el anexo I, se muestran algunos de los resultados entregados por los participantes en el desarrollo de las prácticas. En todas las prácticas realizadas, se propone la aplicación de la V de Gowin para verificar el nivel de apropiación por parte de los estudiantes de los conceptos y temas vistos. Se les muestra a los docentes de ciencias naturales participantes, los aspectos que se deben tener en cuenta para la construcción de la V de Gowin y su potencial para la realización de una evaluación en la que se le permita reflexionar al estudiante sobre la construcción de su propio conocimiento.
- Finalmente, por medio de los formularios de Google Drive, se entrega un cuestionario corto a estudiantes (Anexo J) y otro a docentes (Anexo K) para determinar la acogida de la propuesta, sus observaciones y opiniones con la aplicación de la misma.

4.Resultados y discusión

Dado que el grupo participante es pequeño (diez estudiantes y tres docentes), no tiene mucho sentido presentar análisis estadísticos. A continuación se presentan los resultados, de manera descriptiva y su respectiva discusión sobre cada una de las actividades desarrolladas en la ejecución de esta propuesta:

- *Respecto a la construcción e implementación de la fotocompuerta:* Todos los mostraron gran interés y curiosidad frente al dispositivo a construir y en general mostraron buena destreza para llevar a cabo este objetivo, a pesar de algunos no poseer experiencia en el manejo de las herramientas necesarias tales como el uso del multímetro y la soldadura con cautín y estaño. El trabajo fue intenso y colaborativo, y los estudiantes se mostraron motivados pues cumplían un papel importante en la construcción de su propio aprendizaje. Todos participaron activamente a la hora de probar sus fotocompuertas adaptándolas a sus propios teléfonos celulares. Todas las fotocompuertas construidas funcionaron adecuadamente.

Los docentes ya conocen la técnica y especificaciones, para ingresar la construcción de la fotocompuerta en las planeaciones de sus clases, y los estudiantes que participaron en este trabajo serán apoyo para el profesor y sus compañeros en la construcción de la fotocompuerta, fortaleciéndose de esta manera el trabajo colaborativo entre los estudiantes. Con relación al péndulo, el profesor de Física manifestó que el año que con los estudiantes de 11 ya habían medido la aceleración de la gravedad pero sin ningún tipo de programa, pero que la implementación de la fotocompuerta y la aplicación PhysicsSensor el error de la medición de la aceleración es menor al que habían calculado con su método, además de que es mucho más agradable para ellos, pues tienen más motivación por la implementación de los dispositivos móviles.

Cuando el profesor de física les informa a los estudiantes sobre la intención de construir más fotocompuertas con los demás compañeros, se manifestaron motivados e interesados para servir de monitores en dicha actividad. Adicional a esto, se notó una mejor aprehensión de los conceptos de aceleración y velocidad, interpretan y analizan las gráficas de la cinemática diferenciando cada uno de los tipos de movimiento que corresponda. Cuando se les preguntó sobre las posibles causas de los errores, la respuesta más común fue que su origen radica en el tratamiento de la señal en el celular, la medición en las longitudes de las cuerdas, además de algunos errores que presenta el software (por ejemplo, en ocasiones no graficaba la regresión lineal o cuadrática, o no mostraba correctamente la señal en el sonoscopio); demostrando así que el uso de los dispositivos móviles apoya, entre otras cosas, la proposición de hipótesis y conclusiones. Frente a las preguntas conceptuales, se pudo corroborar que en general se tuvo una adecuada aprehensión del concepto de aceleración y velocidad, pues en sus respuestas se observa esta diferencia.

Cuando se les indaga por las opiniones sobre la práctica, se obtuvieron respuestas como: *“nos divertimos en la construcción de estos objetos”*, *“...nos gustó, por que aprendimos a construir un mecanismo para medir la velocidad y aceleración de un objeto”*, *“me gustó utilizar el celular para realizar gráficas, puede ser útil en matemáticas”*. Son respuestas que demuestran la buena acogida por parte de los estudiantes por la propuesta, su curiosidad se ve motivada y podrá ser instrumento la construcción de un aprendizaje significativo. Los docentes reconocen así este tipo de actividades como posible solución a la antipatía que algunos estudiantes demuestran frente al área cuando sus clases no les generan motivación.

Respecto a los experimentos de ondas mecánicas: Frente a la actividad que se propuso, todos los participantes se mostraron motivados y curiosos con el montaje. Los estudiantes afirmaron tener algunos conocimientos generales sobre las ondas pero muy superficiales, dado que solo vieron algunos conceptos de ondas en una de las unidades de ciencias del grado noveno. Sin embargo, la práctica resultó exitosa pues con la ayuda de las animaciones de SimulPhysics fue posible recordar los conceptos longitud de onda, periodo, frecuencia y amplitud. Se apropiaron de manera correcta del concepto de armónico en la cuerda, y las predicciones de esto fueron

muy cercanas a las obtenidas experimentalmente con el PhysicsSensor. La curiosidad de los participantes se vio estimulada cuando se les enseña el uso del estroboscopio manual para observar las ondas generadas en la cuerda.

Con respecto a la medición de la velocidad del sonido con el tubo de Kundt, a los participantes les generó mucha curiosidad el instrumento, y propusieron al docente su construcción en la clase para medir la velocidad del sonido en agua. También se mostró muy buena acogida a la propuesta de la medición de la frecuencia de la voz de cada uno por medio del Sonoscopio.

- *Con relación a la construcción y la implementación del espectroscopio:* se pudo verificar con la aplicación del organizador previo, que con las prácticas sobre ondas mecánicas los estudiantes se apropiaron de los conceptos generales para el estudio de las ondas, pero no conocen todos los conceptos pues no han visto en detalle durante sus clases, por ejemplo lo relacionado con la ecuación general de onda y algunos fenómenos como el efecto Doppler. Respecto a la construcción del espectroscopio, los estudiantes demostraron bastante motivación y eficiencia. Se obtuvieron cinco espectroscopios bien contruidos y calibrados. Al utilizar el espectroscopio y el PhysicsSensor en conjunto como espectrómetro, los estudiantes se mostraron curiosos y analíticos cuando obtuvieron el análisis de espectro. Y voluntariamente accedieron a repetir el proceso varias veces. También se notó gran motivación cuando se les propone la obtención del espectro del sodio a partir de la llama de la solución NaCl y alcohol.

Cuando se pregunta sobre sus opiniones sobre la práctica de espectrometría, de los estudiantes se obtuvieron respuestas como: *"...me gustó, sobre todo la construcción de espectroscopio", "me gustó mucho porque aprendí cosas sobre la luz que no me imaginaba", "...es bastante agradable poder hacer mediciones a mezclas de sal y alcohol, no sabía que cada elemento producía luz característica", "bacano conocer e imitar algunos procedimientos que usan los científicos para estudiar las estrellas"*. Estas respuestas permiten verificar la inclinación de los estudiantes por el trabajo manual y experimental, y la importancia que tiene la implementación de este tipo de actividades en el aula para facilitarles a los estudiantes la construcción de su propio conocimiento.

- *Sobre la práctica de polarización de la luz:* la utilización de las simulaciones on line sobre la conformación de una onda electromagnética y de la polarización de la luz fueron bastante útiles para ubicar a los estudiantes dentro del contexto conceptual al que se quería llegar con la realización de esta práctica, pues al enseñarles los filtros polarizadores a implementar notaron que la intensidad de la luz cambia con la rotación, y que esto se convertía en un fenómeno periódico si la rotación continua. Se expuso luego la Ley de Malus con su respectiva gráfica, la cual manifestaron los estudiantes ya conocían por su clase de matemáticas. Varios participantes debieron repetir el experimento varias veces dado que el resultado no daba como se esperaba. Manifestaron que esto se debía a los aparentes defectos de los polarizadores (*“tienen regiones opacas”*) o a los cambios de luz (*“los datos deben tomarse siempre con la misma s condiciones, teniendo mucho cuidado porque el sensor es muy sensible”*). El tratamiento de datos con la Hoja de Excel que se les entregó también les agradó.

- *Evaluación por parte de los estudiantes sobre la propuesta:* Con la evaluación general realizada a los estudiantes sobre la práctica implementada (Anexo J) se obtuvieron los siguientes resultados: Frente a la primera pregunta sobre si la propuesta aplicada utilizando dispositivos móviles facilita el aprendizaje de ciencias, se obtuvieron, entre otras, las siguientes respuestas: *“Si, porque vemos los contenidos de una manera más interactiva y agradable”, “si, porque los dispositivos móviles nos ofrecen otras posibilidades, como estudiar los movimientos de los objetos”, “si, porque con los dispositivos móviles podemos hacer prácticas más fácil y más agradable”, “Si, porque es un buen método para demostrar que las tecnologías no solo sirven para comunicarnos o jugar sino que también las podemos utilizar para hacer cálculos y emplearlos para la ciencia”*. Estas respuestas, muestran que en general la implementación de los propios dispositivos móviles de los estudiantes tiene una acogida bastante importante, además porque los estudiantes identifican esta propuesta como una práctica novedosa que les facilita el estudio de las ciencias, además que los motiva desde su curiosidad y les gusta este tipo de prácticas en sus clases.

Frente a la segunda pregunta sobre la forma en que les gustan más las clases, la gran mayoría de los encuestados respondieron que les gustan aquellas clases de ciencias experimentales en que se utilizan las TIC; solo uno respondió que le gustan las clases experimentales sin TIC. Esto demuestra que en general, los estudiantes sienten más agrado frente a las actividades de ciencias que se apoyan en la implementación de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación.

Con la tercera pregunta de la encuesta evaluativa, en la que se les pide a los estudiantes calificar la propuesta implementada de 1 a 5, todos la calificaron con 5. Esto indica que la propuesta tuvo una excelente aceptación por parte de los estudiantes, y sugiere a los docentes darle continuidad, realizando otras prácticas para cada área. Las prácticas que más gustaron a los estudiantes participantes fueron la construcción e implementación de la fotocompuerta y el espectroscopio, además de las prácticas de ondas en una cuerda; resultado de la inclinación de los estudiantes por el trabajo manual experimental, y para ellos es mucho más significativo que las clases tradicionales expositivas, en las cuales el rol principal lo tiene el docente.

Cuando se les pide a los estudiantes manifestar sus opiniones generales frente a todas las prácticas realizadas, algunas de las respuestas fueron: *“me gustó mucho la construcción de la fotocompuerta y el espectroscopio, aunque a veces la aplicación no funciona en todos los celulares. Pero me gustó mucho y ojalá trajeran más actividades como esta”, “me gustó porque construimos dispositivos con nuestras propias manos, lo que no me gustó fue que no vimos más cosas de esta manera. El trabajo mejoraría si pudiéramos construir los aparatos usados en ondas en una cuerda y el tubo”, “muy bueno, aunque la plataforma PhysicsSensor no funcionaba bien en mi celular, me gustaría que las clases de física siempre fueran así”. “Muchas gracias por los conocimientos brindados en estas prácticas. Realmente nos anima mucho a comprometernos más con estos procesos de conocimientos ya que nos motivamos”*. Estas respuestas, muestran una vez más la acogida por parte de los estudiantes. Observan que el PhysicsSensor Mobile presenta algunas dificultades en algunos celulares, y esto era de esperar porque todavía se realizan mejoras en él por el profesor Diego Luis Aristizábal. Sin embargo los estudiantes reconocen esta

como una estrategia más novedosa, con la cual se motivan y aprenden más, y piden a sus profesores que este tipo de actividades se realice con mayor frecuencia.

- *Evaluación de la propuesta por los docentes:* para evaluar el impacto de esta propuesta en los docentes que en ella participaron, se aplicó la encuesta evaluativa que se muestra en el Anexo K. A la primer pregunta, sobre si consideran o no que esta propuesta ayuda en el cambio de las prácticas educativas, manifestaron las siguientes respuestas: *“Si, debido a que los jóvenes necesitan nuevas estrategias de enseñanza de las ciencias con los cuales ellos indaguen más y ejecuten las teorías aprendidas mediante experiencias significativas”, “Si, dado que con las actividades que se pueden hacer es posible motivar a los estudiantes para la realización de actividades significativas. Las nuevas tecnologías me exigen como docente, adecuar mis estrategias según el contexto de mis estudiantes, y por eso este trabajo permitirá que mejore mi práctica de enseñanza”* y por último *“si, ya que mejora nuestras prácticas en el aula, este recurso es de gran ayuda ya que nos permite actualizarnos sobre conocimientos que no teníamos, los laboratorios de nuestra Institución Educativa son de gran importancia ya que permiten una interacción del estudiante con los elementos de aprendizaje y es este quien además crea y construye aprendizaje”*. Respuestas con la que los docentes manifiestan el potencial de esta estrategia, como una herramienta clara para el mejoramiento de sus prácticas docentes desde una visión constructivista.

Sobre las actividades que contribuyen más a su quehacer pedagógico, los docentes responden que todas contribuyen a su trabajo, pues todos los módulos con que cuenta PhysicsSensor podrían servir de insumo en proyectos interdisciplinarios.

Cuando a cada uno se le indaga sobre otras prácticas que podría utilizar, el docente de física propone las siguientes: *“Medición del campo magnético, prácticas relacionadas con las tres diferentes leyes de Newton, por ejemplo aceleración tanto en plano inclinado como horizontal, medir velocidad angular de objetos girando, otras prácticas de fenómenos ondulatorios en cuerdas, etc”*; el docente de biología y química propone: *“medir la intensidad lumínica en otros ambientes, y revisar el espectro de emisión de metales en otras sales”*.

Las observaciones generales de los docentes participantes fueron: *“Como docente de ciencias, opino que desde la Gobernación de Antioquia a través de su programa Antioquia Digital, este tipo de experiencias se debe ejecutar a muchos más docentes y alumnos, esto ya que no es ningún misterio que muchas instituciones cuentan con laboratorios mal dotados, y en este orden de ideas opino que una correcta estrategia de divulgación y ejecución de este tipo de prácticas motivarán primero al docente a buscar estrategias prácticas de enseñanza con adquisición de materiales hechos por ellos mismos, y en cuanto a los alumnos ellos aprenderán que la ciencia se puede llevar a la praxis partiendo de conocimientos previos”*. Otro docente participante responde: *“Me parece una propuesta muy novedosa, sin embargo creo que le hace falta más contenido en biología. Con esta práctica pude comprender el potencial que tienen las actividades experimentales para el aprendizaje significativo. Me gustó el método de evaluación la V de Gowin, es muy útil y práctico para nuestro trabajo.”* Manifiestan la importancia que tienen las actividades experimentales en su labor, y ven en la utilización de PhysicsSensor para dispositivos móviles como una herramienta bastante útil para la física y la química. Sin embargo, para el área de biología ven más restringido su uso. En general, evaluaron esta propuesta por su utilidad en la enseñanza (en una escala de 1 a 5) con cinco. Para el segundo periodo en el área de física, en el plan de área de grado 10 se incluyó la construcción e implementación de la fotoc compuerta y en el plan de grado 11 se incluyó la construcción e implementación del espectrómetro.

Figura 4-1: Grupo participante en la propuesta



5. Conclusiones y recomendaciones

5.1 Conclusiones

En este trabajo se logra proponer algunas prácticas experimentales, las cuales se constituyen como un material potencialmente significativo; que sirven de ejemplo a los docentes del área de ciencias naturales de la IE Inmaculada Concepción del Municipio de Nariño (Antioquia). Los docentes se apropiaron de algunos conceptos generales sobre la teoría del aprendizaje significativo y la construcción de actividades didácticas potencialmente significativas. Todos ellos reconocen las bondades de PhysicsSensor Mobile para como herramienta para la experimentación, los dispositivos fáciles de utilizar y útiles para el estudio de las ciencias, y algunas de las prácticas realizadas ya se incluyeron en el plan de estudio del área de ciencias naturales.

Es notable el potencial que tiene la utilización de los dispositivos móviles como datalogger en la realización de actividades experimentales, pues son recursos que utilizados de la manera correcta pueden llevar a la construcción de actividades potencialmente significativas. Esta experiencia nos permite verificar que la implementación de los propios celulares de los estudiantes genera gran motivación en ellos frente a lo que se les propone, les brinda autonomía y pueden ser útiles en la construcción de su propio conocimiento.

PhysicsSensor permite obtener software-hardware de costo relativamente bajo, lo que se convierte en una alternativa bastante viable para la dotación de laboratorio de ciencias naturales de las instituciones educativas. Los procesos de construcción de los dispositivos de PhysicsSensor son una excelente excusa para introducir a los estudiantes al estudio de determinados temas, a la vez que fortalece ciertas habilidades técnicas que pueden

ser útiles en la ejecución de otros proyectos de aula, generando interdisciplinariedad con otras áreas, por ejemplo con tecnología y/o matemáticas.

El método de evaluación V de Gowin a los estudiantes les permite reconstruir la práctica experimental realizada, identificar los componentes conceptuales (que deben ser vistos en clases anteriores), y a partir de esto establecer hipótesis, conclusiones y otras opiniones, convirtiéndose en una herramienta útil en la construcción del conocimiento por parte de los estudiantes, y puede servir como informe de laboratorio. La V de Gowin les puede ser útil a los estudiantes en el estudio de otras áreas diferentes a las experimentales.

El trabajo en equipo es otra de las fortalezas que se pueden potenciar con la aplicación de esta propuesta, lo que se pudo constatar con la ejecución de cada una de las prácticas realizadas y con la construcción de la fotocpuerta y el espectroscopio.

5.2 Recomendaciones

Disponiendo de los dispositivos contruidos (interfaz de audio, fotocpuerta, tubo de kundt) como de un dispositivo móvil con PhysicsSensor, se puede fortalecer el trabajo autónomo del estudiante; pues con unas instrucciones claras por parte del docente, dicha actividad la podría realizar cada estudiante de manera autónoma desde otro lugar diferente al aula.

Tener en cuenta que lo que se presentó en este trabajo fueron solo algunas prácticas a modo de ejemplo, así como sus prácticas evaluativas. Se recomienda al docente asignar más preguntas si así lo requiere dependiendo del tema: por ejemplo, podrá asignar preguntas sobre el papel de la lente o de la red de difracción en el espectroscopio.

El docente podrá proponer la ejecución de otras actividades experimentales utilizando los demás módulos de PhysicsSensor Mobile. En la página <http://ludifisica.medellin.unal.edu.co/> el docente podrá acceder a otras prácticas, los manuales de construcción de los dispositivos necesarios y más información sobre PhysicsSensor. A parte de esto, se plantean otras actividades experimentales utilizando

los dispositivos móviles con la aplicación PhysicsSensor Mobile, que el docente puede implementar como complemento en su quehacer pedagógico. En cada una de ellas, el docente puede proponer al estudiante la realización de la V de Gowin como informe de laboratorio:

Prácticas recomendadas para el docente de biología:

Entre algunas prácticas que podría realizar en la enseñanza de la biología se encuentran:

- Con el empleo del sonoscopio:
 - Puede emplear todos el PhysicsSensor en el análisis de la producción de la voz humana, propiciando momentos para la discusión y análisis sobre las características del sonido (tales como tono, timbre y amplitud).
 - Generar actividades de indagación con sus estudiantes sobre las diferencias estructurales en el aparato fonador entre personas con voz grave y voz aguda, niño y adulto, hombre y mujer.
 - Analizar los patrones de sonido emitidos por diferentes animales. Pueden ser sonidos grabados.
- Con el empleo del luxómetro
 - Determinar la cantidad de luz durante diferentes momentos del día teniendo en cuenta variables climáticas y en diferentes ambientes (abiertos o bajo techo).
- Con el sonómetro
 - Monitorear los niveles de ruido en el medio ambiente.
- Con el espectrómetro
 - Realizar actividades de indagación y consulta sobre las diferencias estructurales entre las personas normales y las personas que padecen de daltonismo, fijando filtros de diferentes colores en el espectrómetro (por ejemplo papel celofán) en la parte exterior del cabezal del espectrómetro y comparando sus espectros. Llevar a los estudiantes a inferir sobre el

funcionamiento de los filtros solares. En el anexo 8 se muestra un proceso que puede ser útil.

- Después de un análisis del espectro de la luz visible (la luz del sol), realizar comparaciones con los espectros que logran ver algunos animales.
- Determinar el espectro de la clorofila.

Otras prácticas para los docentes de química y física:

Entre algunas otras propuestas para la implementación del PhysicsSensor en su versión móvil, se encuentran:

- Con el espectroscopio
 - Medir las longitudes de onda de elementos como el calcio, el neón, etc. Puede ser útil como organizador previo sobre el tema de la composición de los astros.
 - Verificar el funcionamiento de los filtros de espectros utilizando papel celofán. Reflexionar sobre el filtro natural que es la capa de ozono y su degradación, o la importancia del uso de lentes y bloqueador solar al exponernos al sol. Ver Anexo 8.
- Con el sonómetro y la fotocompuerta:
 - Medición de velocidad angular de objetos en rotación.
 - Análisis del movimiento parabólico.
 - Verificación de la segunda ley de Newton.
 - Entre otros.
- Con el gaussímetro:
 - Medir el campo magnético de la tierra.
 - Medir el campo magnético producido por una espira.
- Con el acelerómetro:
 - Estudio del péndulo físico en el movimiento armónico simple.
 - Medición de la aceleración de la gravedad.

Bibliografía

Álvarez De Zayas (2002). Lecciones de Didáctica General. Bogotá. Cooperativa Editorial del Magisterio. 121p.

Arango Germán, Bringué Xavier, Sábada Charo. (2010). La generación interactiva en Colombia: adolescentes frente a la internet, el celular y los videojuegos. Revista Anagramas-Universidad de Medellín, Vol 9, N° 17. Julio-Diciembre de 2010. Medellín. Recuperado de dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/3417208.pdf

Bartolomé Álvaro & González Diego. (2012). Dispositivos móviles en la educación (Tesis de maestría). Universidad de Valladolid. Valladolid.

Cantillo Carmen, Roura Margarita, Sánchez Ana. (2012). Tendencias actuales en el uso de dispositivos móviles en educación. La educación Digital Magazine N°147. Junio de 2012. Recuperado de http://educoas.org/portal/la_educacion_digital/147/pdf/ART_UNNED_EN.pdf

Carrascosa Jaime, Gil Pérez Daniel, Vilches Amparo. (2006). Papel de la actividad experimental en la educación científica. Universitat de Valencia. Recuperado de <https://periodicos.ufsc.br/index.php/fisica/article/viewFile/6274/12764>

Castiblanco Olga & Vizcaíno Diego. (2008) El uso de las TIC en la enseñanza de la física. Revista ingenio libre. Recuperado de <http://www.unilibre.edu.co/revistaingeniolibre/revista7/articulos/El-uso-de-las-TICs.pdf>

Córdoba F. (2006). La evaluación de los estudiantes: Una discusión abierta. Revista Iberoamericana de Educación. Número 30/7 2006. Recuperado de <http://www.rieoei.org/1388.htm>

Díaz M. (2005). Modalidades de enseñanza centradas en el desarrollo de competencias. Oviedo. Recuperado de http://www.uvic.es/sites/default/files/Ensenanza_para_competencias.PDF

Flores Julia; Caballero María; Moreira Marco. (2009). El laboratorio en la enseñanza de las ciencias: una visión integral de este complejo ambiente de aprendizaje. Revista de investigación N°68, vol. 33, Septiembre-diciembre de 2009. Págs 75-111.

Furió Carles, Payá José, Valdés Pablo. (2006) ¿Cómo promover el interés por la cultura científica? Recuperado de <http://www.oei.es/decada/139003S.pdf>

García Antonio. (2009). Investigación didáctica de la física: Tendencias actuales e incidencia en la formación del profesorado. Journal Lapen. Vol 3, N°2, Mayo 2009. Recuperado de http://www.lajpe.org/may09/26_Antonio_Garcia_Carmona.pdf

Guerrero Pozo, Muñoz Pedro, Lissette Palacios (2012) Metodología de enseñanza constructivista para grupos numerosos a nivel universitario con soporte en herramientas web y dispositivos móviles (Tesis de pregrado). Universidad de Cuenca, Ecuador.

Gutiérrez Alfonso & Kathleen Tyner. (2012). Educación para los medios, alfabetización mediática y competencia digital. Revista científica de Educomunicación Comunicar, N°38, vol. XIX, 2012. Recuperado de dialnet.unirioja.es/download/articulo/3850236/2.pdf

Heinz Sally & Lara María. (2011). Programa de capacitación en competencias TICs para docentes. Memorias del XVI Congreso Internacional de Informática Educativa, TISE. Santiago de Chile.

Hernández S. (2008) El modelo constructivista con las nuevas tecnologías: aplicado en el proceso de aprendizaje. Revista de Universidad y sociedad del conocimiento. Vol. 5 N°2.

Klein G. (2012) Didáctica de la física. Tomado de http://www3.anep.edu.uy/ipa-fisica/document/material/cuarto/2008/didac_3/did_fis.pdf

Ley 115 de 1994. Ley general de educación. Bogotá, Colombia. 8 de febrero de 1994.

Marchisio Susana, Lerro Federico, Von Pamel Oscar. (2012) Empleo de un laboratorio remoto para promover aprendizajes significativos en la enseñanza de los dispositivos electrónicos. Pixel Bit. Revista de medios y Educación. N° 38. Enero 2011. Tomado de <http://www.redalyc.org/toc.oa?id=368&numero=1620>

Montoya Maria. (2007) Dispositivos de mobile learning para ambientes virtuales: Implicaciones en el diseño y la enseñanza. Revista Apertura. Vol 8, N°9. Págs 82-96. Recuperado de <http://www.redalyc.org/pdf/688/68811230006.pdf>

Moreira Marco. (2000). Aprendizaje Significativo: La Visión Clásica. Conferencia del V Encuentro Internacional sobre Aprendizaje Significativo 2006. Madrid. Recuperado de <http://www.if.ufrgs.br/~moreira/visionclassicavisioncritica.pdf>

Moreira M. (2005). Unidades de enseñanza potencialmente significativas – UEPS Recuperado de <http://www.if.ufrgs.br/~moreira/UEPSesp.pdf>

Navaridas, Fermín; Santiago, Raúl & Tourón, Javier (2013). Valoraciones del profesorado del área de Fresno (California Central) sobre la influencia de la tecnología móvil en el aprendizaje de sus estudiantes. Revista Electrónica de investigación y evaluación Educativa, 19 (2), art. 4.

Orozco Hosy. (2013) Claves para una integración equilibrada de los usos de las TIC en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Revista Cuarta Época: Año XXXIII, vol 1, enero-junio de 2013. Recuperado de <http://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=a9h&AN=91872940&lang=es&sit e=ehost-live>

Paredes Celina. (2013). Uso de dispositivos de dispositivos de móviles por educación. Realidad aumentada (Tesis de maestría). Universidad de Valladolid. España

Ramos Omaira. (2009). La V de Gowin en el laboratorio de química: Una experiencia didáctica en educación secundaria. Revista Investigación y postgrado, Vol. 24 N°3 ,2009 (pp 161-187). Recuperado de <http://www.scielo.org.ve/pdf/ip/v24n3/art08.pdf>

Robledo Jhoanna. (2012) Dispositivos móviles para el aprendizaje: lo que usted necesita saber. Edutopia. Tomado de <http://www.edutopia.org/pdfs/guides/edutopia-guia-aprendizaje-dispositivos-mobiles-espanol.pdf>

Ruiz Harold. (2014). Marketing Móvil en Colombia. Recuperado de <http://ccce.org.co/biblioteca/marketing-movil-en-colombia>

Sánchez Daniel & Salcedo R. (2009). La enseñanza de conceptos físicos en secundaria: diseño de secuencias didácticas que incorporan diversos tipos de actividades. Journal Lapen. Vol 3, N°1, Enero 2009. Recuperado de http://www.researchgate.net/publication/41847175_La_enseanza_de_conceptos_fsicos_e_n_secundaria_diseo_de_secuencias_didcticas_que_incorporan_diversos_tipos_de_actividades

Sánchez Jaime. (2010). Integración curricular de las TIC. Conceptos e ideas. Departamento de ciencias de la computación. Universidad de Chile. Recuperado de <http://lsm.dei.uc.pt/ribie/docfiles/txt2003729191130paper-325.pdf>

Torres A. (2010). Empleo de laboratorio asistido por ordenador en la enseñanza de la física y la química de secundaria y bachillerato. Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias. 7(3) pags 693-707.

UNESCO (2012). Aprendizaje móvil para docentes en América Latina. Serie de documentos de trabajo de la UNESCO sobre aprendizaje móvil. Recuperado de <http://unesdoc.unesco.org/images/0021/002160/216081s.pdf>

UNESCO (2013). Directrices de la UNESCO para las políticas del aprendizaje móvil. Recuperado de <http://unesdoc.unesco.org/images/0021/002196/219662S.pdf>

Villareal M. (2005). Incorporación de las NTIC en prácticas de laboratorio de química desde la enseñanza y aprendizaje por investigación. VII Congreso de Enseñanza de las Ciencias. Colombia.

A. Anexo: Encuesta para docentes IE Inmaculada Concepción

1. ¿Qué conoce sobre la teoría del aprendizaje significativo?
2. ¿qué entiende por educación tradicional?
3. ¿Conoce otras corrientes pedagógicas? si___ no___ ¿cuáles?
4. ¿Realiza prácticas experimentales en su institución? si___ no___ cuáles?
5. ¿Cómo integra usted las prácticas experimentales en sus clases?
6. ¿Con qué recursos se cuenta en su institución para la realización de las prácticas experimentales?
7. ¿Qué materiales utiliza para la realización de prácticas experimentales?
8. De 1 a 5, ¿las practicas experimentales motivan el aprendizaje significativo de las ciencias naturales? si ___ no___ ¿por qué?
9. De 1 a 5, ¿considera que sus estudiantes aprenden y demuestran curiosidad por las prácticas que realiza?
10. ¿Qué conceptos demuestra experimentalmente con sus alumnos?
11. De 1 a 5, cual es la importancia que tienen las actividades experimentales en sus clases
12. ¿Utiliza las TIC (dispositivos móviles u ordenadores) en su quehacer pedagógico? si___ no___ ¿de qué manera?

B. Anexo: Construcción de la interfaz de audio

Este es un circuito (diseñado por el ingeniero físico Luis Londoño en el instituto de física de la Universidad Nacional-Sede Medellín) que permite adaptar la entrada y salida de sonido del dispositivo móvil a través del PhysicsSensor para la utilización de ciertos aparatos externos al dispositivo móvil tales como la fotocompuerta y el tubo de Kundt. Los materiales necesarios para su construcción son los siguientes:

- 2 Conector PCB Audio estéreo 3,5 mm hembra (Jack)



Figura B1. Jack

- 1 potenciómetro de precisión (trimmer) de 20k Ω



Figura B2. Trimmer

- 1 placa de circuito universal o circuito impreso.



Figura B3. Placa de circuito universal

- 1 Cable triestéreo
- Pinzas, cortafío, multímetro, soldadura de estaño y cautín.

En la siguiente figura, a la izquierda se muestra el esquemático del circuito y a la derecha su versión impresa (que puede ser reemplazado por una tarjeta universal):

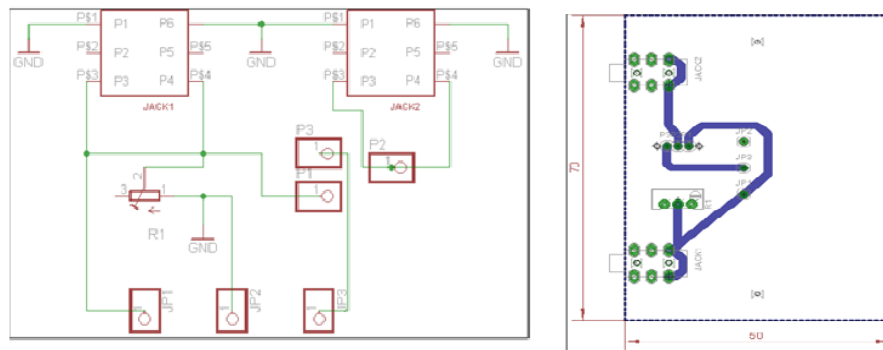


Figura B4. Esquemático e impreso de la interfaz de audio

Procedimiento:

1. Soldar los componentes al circuito impreso o tarjeta universal.

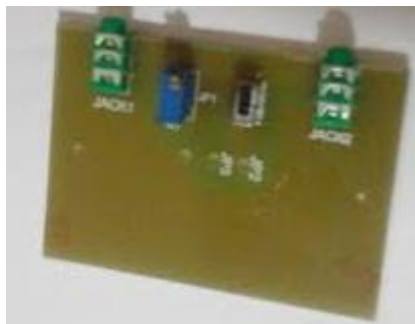


Figura B5. Componentes soldados

2. El conector del cable triestéreo es de la siguiente manera:

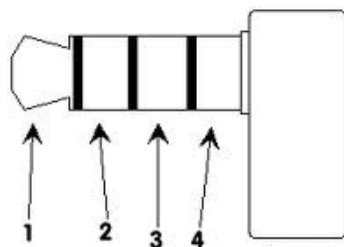


Figura B6. Conector de audio triestéreo

Las 4 regiones son del conector Jack son: parlante derecho (1), parlante izquierdo (2), tierra (3) y micrófono (4).

Para construir el cable se procede de la siguiente manera:

- Retirar el aislante de caucho hasta que sobresalgan los cables de conexión (aproximadamente 4 cm).
- Retirar el recubrimiento aislante de los cables, esto se realiza quemando las puntas de cada uno, de forma que se evapore el esmalte y quede expuesta la parte conductora, teniendo cuidado de que sólo sea descubierta una sección de 5 mm de cada cable. Ver la figura B7.



Figura B7. Cable triestéreo

- Identificar cada uno de los cables utilizando el multímetro en la función de continuidad.

Para conectar el cable al circuito impreso o tarjeta universal proceder de la siguiente manera:

- El cable que corresponde a la región 1 se conecta en la terminal JP3.
- Cortar el cable que corresponde a la región 2.
- El cable que corresponde a la región 3 (tierra) se conecta en la terminal JP2.
- El cable que corresponde a la región 4(micrófono) se conecta en JP1.

El cable de conexión especial para adaptar la entrada y salida de sonido al dispositivo móvil utilizando Physicssensor se muestra en la figura B8.



Figura B8. Interfaz con y sin caja protectora

C. Anexo: Construcción de la fotocompuerta

La fotocompuerta, diseñada en la Escuela de Física de La Universidad, por un equipo. En este manual se describen los pasos necesarios para la construcción de una fotocompuerta de bajo costo que acoplada al dispositivo móvil por medio de la interface de audio y a través de la tarjeta de sonido que permitirá la medida de intervalos de tiempo con muy alta exactitud, precisión y con apreciación del orden de milisegundos y menores. Los materiales se describen a continuación:

Tabla C1

Cantidad	Descripción	Costos
1	Tubo de 25 cm de $\frac{1}{2}$ " (media pulgada) para agua caliente (CPVC).	US\$ 0,40
4	Codos para tubería de $\frac{1}{2}$ " de CPVC.	US\$ 1,20
3	Tapones para tubería de $\frac{1}{2}$ " de CPVC.	US\$ 1,00
1	T (Te) para tubería de $\frac{1}{2}$ " de CPVC.	US\$ 0,50
1	Cable USB (Universal Serial Bus) macho de 1.5 m (la otra terminal puede ser cualquiera).	US\$ 1,50
1	LED (Light Emitting Diodes) blanco de chorro de 10 mm.	US\$ 0,20
1	Resistencia de 220 Ohms.	US\$ 0,01
1	Cable 1x1 con plug de audífono de 1.5 m a 2 m de largo.	US\$ 2,00
1	Fotoresistencia (LDR: Light Dependent Resistor) de 10 mm de diámetro.	US\$ 0,50
	Taladro y brocas de 5/16", 5/32" y 1/16".	
	Termoencogible de 2 y 5 mm o cinta aislante.	
	Multímetro	
	Elementos para hacer soldaduras con estaño (Opcional).	

PROCEDIMIENTO

Armar la Carcasa o esqueleto

Tomar el trozo de tubería y cortarlo en:

2 segmentos de 3.5 cm (figura C1: a),

2 segmentos de 5.0 cm (figura C1: b),

2 segmentos de 6.0 cm (figura C1: c) y

1 segmentos de 7.0 cm (figura C1: d).

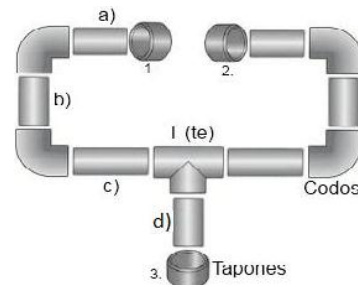


Figura C1. Carcasa o esqueleto

Los tres tapones deben ser perforados en su centro con diferentes brocas. El tapón **1** será perforado con la broca 1/16", el tapón **2** con la broca de 5/32" y el tapón **3** con la broca 5/16".

Antes de continuar con el resto del procedimiento, es necesario pasar los cables a través del esqueleto. Para ello se toma el cable con el puerto USB macho y se corta la otra terminal. Éste se debe introducir a través del tapón **3**, se pasa por la estructura y se saca por el brazo que tiene el tapón **2**. Luego se toma el cable 1x1 y se corta uno de los dos extremos de éste y se pasa por la estructura desde el tapón **3** hasta sacarlo por el brazo del tapón **1**.

EL LED Y SU ALIMENTACIÓN

Como fuente de luz se usará un LED alimentado vía el puerto USB. Dentro del cable USB se encuentran 4 cables de menor diámetro. Con ayuda del multímetro (midiendo continuidad) se verifica qué cable corresponde a cada uno de los contactos USB, de los cuales sólo se usa el primero y el cuarto (Ver Figura C2. Alimentación del led) para alimentar el LED (los contactos intermedios se usan en el protocolo de comunicación USB para transferencia de datos). Por código de colores los cables de alimentación deberían ser negro para 0 V y rojo para 5 V, sin embargo, es muy común que los fabricantes no respeten éste código.

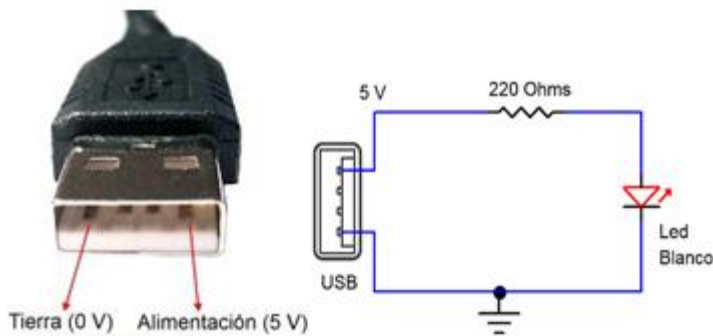


Figura C2. Alimentación del led

Siguiendo el circuito esquematizado en la figura C2, se conecta la resistencia de 220 Ohms al cable correspondiente a 5 voltios (según la figura anterior) y el otro extremo a la “pata” más larga del LED. La otra “pata” del LED se conecta al cable correspondiente a la tierra del USB. Es importante verificar la polaridad del LED y que todas las conexiones estén bien: para esto basta con conectar el cable a un puerto USB o con un adaptador de 5v y verificar que el LED se enciende. Si no enciende, lo más probable es que el LED esté conectado al revés.

Se deben reforzar las conexiones con soldadura de estaño. También es necesario aislar los cables para evitar posibles cortos circuitos, esto se puede hacer con cinta aislante o también con termoencogibles (en cuyo caso se deberá introducir el cable dentro del termoencogible antes de hacer la soldadura).

Por último, se debe introducir el LED dentro de los tubos de la fotoc puerta de forma que éste se pueda observar desde afuera, como se muestra en la figura C3.



Figura C3. Led en la carcasa

LA FOTORRESISTENCIA

Como detector se usará una fotorresistencia. Estas también son conocidas como LDR por sus siglas en inglés. Se caracterizan por la disminución de su resistencia cuando aumenta la intensidad de la luz que incide sobre ellas. Para conectarlas se usará el cable de audio 1x1 que previamente se cortó, dentro del cual se encuentran 3 cables de menor calibre. Es necesario utilizar el multímetro para saber a qué cable corresponde cada uno de los contactos del plug.

Como se observa en la siguiente figura, los dos contactos del extremo del plug del cable 1x1 se deben poner en corto circuito (se deben unir), pero debe ponerse mucho cuidado de que sí sean los indicados (identifícalos con el multímetro en la función de continuidad).



Figura C4. Plug de cable estéreo

El resto del montaje es conectar los cables a la fotorresistencia siguiendo el esquema de la figura que sigue (soldar las uniones con estaño). Además deben protegerse los contactos para prevenir un corto circuito, ya sea con termoencogible o con cinta aislante.

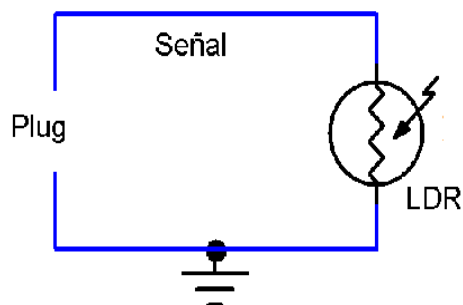


Figura C5. Circuito para la fotorresistencia

Si se quiere verificar que la fotorresistencia está bien conectada, se puede medir la resistencia entre los contactos del plug, tierra y cada uno de los otros dos. Cuando la fotorresistencia está totalmente a oscuras, la resistencia debe ser del orden de cientos de $k\Omega$ (kilo ohmios) o mayor y cuando está bien iluminada, la resistencia puede bajar hasta decenas de Ω (ohmios). Una vez verificada se introduce el cable sobrante y la fotorresistencia dentro de los tubos de la fotocompuerta, de igual forma que se hace con el LED (Ver figura C6).



Figura C 6. LDR en la carcasa

Al tener todas las piezas listas, se deben apretar todas las partes de tubería y poner el tapón **1** a la fotorresistencia, y el **2** al LED, de modo que se obtenga un producto final como el de la figura C1. Para comprobar que la fotocompuerta está funcionando correctamente se debe conectar a un puerto USB y a una entrada de micrófono habilitada para grabación. Usando un software de grabación de sonido (por ejemplo: el Sonoscopio de PhysicsSensor o Audacity, ambos de uso libre) debe observarse picos, formados debido a las interrupciones de la luz que del LED está llegando a la fotorresistencia. Interpretando el sonograma se puede hacer las lecturas de los intervalos de tiempo deseados. Es necesario anotar que el paquete PhysicsSensor se diseñó bajo el concepto de Instrumentación Virtual, es software de libre uso y es propiedad de la Universidad Nacional de Colombia.

D. Anexo: Prácticas sobre la medición de la gravedad

1. ORGANIZADOR PREVIO:

El organizador previo a implementar en la realización de esta práctica, será un mapa conceptual que resume los tipos de movimiento desde la cinemática, además de un cuestionario y un pequeño párrafo para complementar la introducción conceptual:

- A. ¿qué es movimiento? ¿Qué es velocidad? ¿Qué es aceleración?
- B. ¿Cómo explicas el hecho de que al lanzar un cuerpo hacia arriba, este se detenga para luego devolverse en caída libre?

Observa el siguiente mapa conceptual

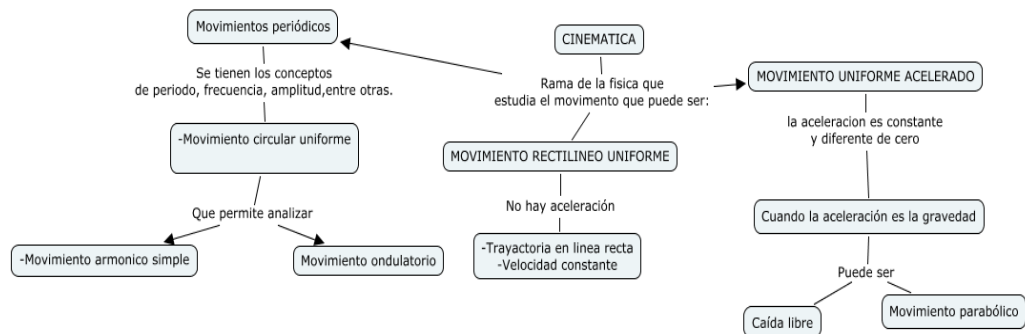


Figura D1. Mapa conceptual

- Trata de describir con sus propias palabras el mapa conceptual anterior.

- Indica para cada una de las siguientes gráficas, si corresponden a un movimiento rectilíneo uniforme (MRU), movimiento uniformemente variado (MUV) acelerado o desacelerado.

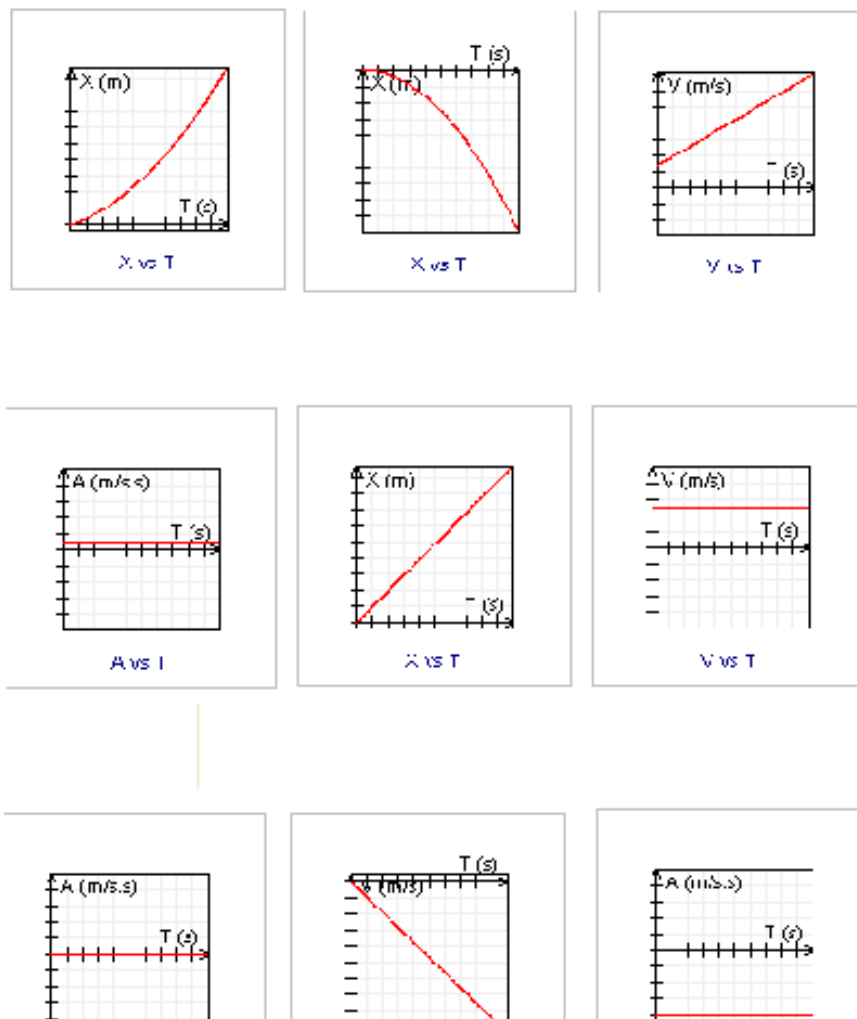


Figura D2. Gráficas de cinemática

- Abre la aplicación SimulPhysics, en el módulo mecánica-gráficas, varía las posiciones de posición, velocidad y aceleración:
 - Tomando el sistema de coordenadas con el tiempo en el eje horizontal, describa la posición del objeto cuando la posición vale cero, cuando es negativa y cuando es positiva.

- ¿Qué ocurre con la magnitud de vector de velocidad y si aceleración son paralelas? ¿y si son antiparalelas?

2. OBJETIVOS DE LA PRÁCTICA

Medir la aceleración de la gravedad en el Municipio de Nariño (Antioquia) a través de la aplicación PhysicSensor® para dispositivos móviles con Android utilizando la caída libre y el péndulo simple.

Aprender a utilizar el dispositivo móvil como medio para la adquisición de datos de PhysicSensor.

3. MEDICION DE LA ACELERACION DE LA GRAVEDAD

Para medir la aceleración de la gravedad se utilizarán dos métodos.

USANDO LA CAÍDA LIBRE:

Materiales:

- Fotocompuerta.
- Regla cebra de 30 cm
- Dispositivo móvil con la aplicación PhysicSensor
- Interfaz de audio de PhysicSensor.

Procedimiento:

1. Fijar la fotocompuerta al soporte universal.
2. Conectar la interface de audio de PhysicSensor al dispositivo móvil.
3. Conectar la terminal USB de la fotocompuerta a la red eléctrica a través de un adaptador de 5V, y la otra terminal a la interface de audio.
4. Abrir el software PhysicSensor y seleccionar la opción *Sonoscopio*. Tomar las medidas en Modo 2.
5. Dejar caer la regla-cebra a través de la fotocompuerta.

6. Analizar el sonograma obtenido y llevar los datos a la tabla D1 (se asume una regla de 9 franjas separadas 2 cm una de otra):



Figura D3. Sonograma

Tabla D1

POSICION	Y(m)	t(s)
1	0,00	0,000
2	0,020	
3	0,040	
4	0,060	
5	0,080	
6	0,100	
7	0,120	
8	0,140	
9	0,160	

Como el movimiento de la regla es uniforme acelerado, se hace una regresión cuadrática con los datos de la tabla y obtener el valor de la aceleración de la gravedad en el Municipio de Nariño.

$$y = y_0 + v_0 \cdot t + \frac{1}{2} \cdot g \cdot t^2$$

La Ecuación cuadrática es de la forma $y = ax^2 + bx + c$. Llevar los datos de la tabla a la aplicación de Regresión Cuadrática del PhysicsSensor, graficar y tomar el valor de los coeficientes (a, b y c).

a =

b =

c =

La aceleración de la gravedad se calcula con la expresión: $g = 2 \cdot a$

$$g = \text{_____} \text{ m/s}^2$$

USANDO LA EXPRESION PARA LA ACELERACION

- Con cinta pegante, tapar la regla cebra, solo dejar dos pares de ranuras contiguas destapadas, como se muestra en la siguiente figura.

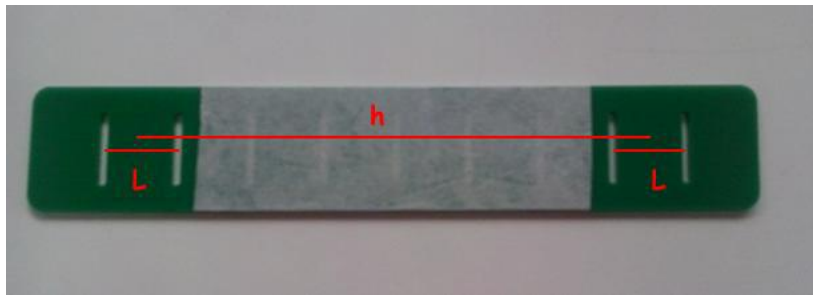


Figura D1. Regla cebra

- Dejar caer la regla cebra a través de la fotocompuerta.
- Calcular las velocidades V_1 y V_2 utilizando las siguientes expresiones.

$$V_1 = \frac{L}{t_1} \quad V_2 = \frac{L}{t_2}$$

Donde L es la distancia entre las ranuras contiguas, t_1 y t_2 los respectivos tiempos medidos con el PhysicsSensor. La aceleración estará dada por:

$$a = \frac{V_2^2 - V_1^2}{2h}$$

USANDO EL PÉNDULO SIMPLE

Materiales:

- Un péndulo simple de longitud conocida.
- Soporte universal.
- Fotocompuerta.
- Interfaz de audio para PhysicSensor.
- Dispositivo móvil con PhysicSensor.

Procedimiento

1. Colocar el péndulo en el soporte universal, de tal manera que pase por la fotocompuerta.
2. Conectar la interface de audio de PhysicSensor al dispositivo móvil.
3. Conectar la terminal USB de la fotocompuerta a la red eléctrica a través de un adaptador de 5V, y la otra terminal a la interface de audio.
4. Abrir el software PhysicSensor y seleccionar la opción *Sonoscopio*. Tomar las medidas en Modo 1.
5. Para siete longitudes diferentes, medir el tiempo de oscilación (periodo P) de cada péndulo en la señal generada.
6. Construir una tabla P^2 vs L. Ingresarlo en el módulo de regresión lineal, y obtener la pendiente. Registrar los datos en la tabla D2.

Tabla D2

L(m)	P(s)	P^2

7. Teniendo en cuenta que la expresión para calcular el periodo de un péndulo en función de su longitud está dada por:

$$P = 2\pi \sqrt{\frac{L}{g}}$$

$$P^2 = \frac{4\pi^2}{g} \cdot L$$

El valor de la gravedad se puede obtener igualando el valor de la pendiente al término $\frac{4\pi^2}{g}$, y luego despejando g.

$$g = \underline{\hspace{2cm}} \text{ m/s}^2$$

RESPONDE LAS SIGUIENTES PREGUNTAS

Compare los valores de la gravedad obtenidos por todos los métodos. El nivel de referencia (teórico) para la aceleración de la gravedad es de $9,78 \text{ m/s}^2$.

- a. Calcula el porcentaje de error en cada caso.

$$\text{Error (\%)} = \left| \frac{\text{Valor Teórico} - \text{Valor Experimental}}{\text{Valor Teórico}} \right| * 100$$

- b. ¿Cuál crees que son las causas del error?

- c. ¿Cuál método consideras mejor para medir la aceleración de la gravedad? ¿Por qué?

d. Si un objeto se suelta en caída libre, ¿la distancia recorrida cada segundo aumentará, disminuirá o será constante? Explica.

e. La siguiente figura muestra cómo varía la velocidad de un móvil en el tiempo que se mueve con movimiento uniformemente acelerado. Responde cada una de las siguientes preguntas basado en la siguiente gráfica.

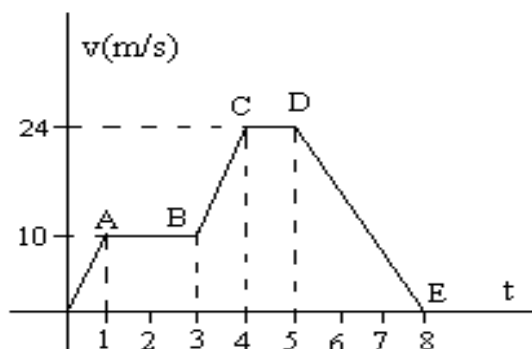


Figura D3. Gráfica V vs T

- ¿En qué intervalos de tiempo tiene un MRU?
- ¿En qué intervalos de tiempo tiene aceleración positiva y en cuales aceleración negativa?

f. Al lanzar un objeto hacia arriba, ¿en el punto más alto cual será el valor de la velocidad y la aceleración?

g. Cuáles son sus opiniones sobre la práctica realizada, incluyendo la construcción de la fotoc puerta?

h. ¿Qué otros fenómenos se pueden semejar a un movimiento armónico simple por su periodicidad?

i. Completa la siguientes V de Gowin.

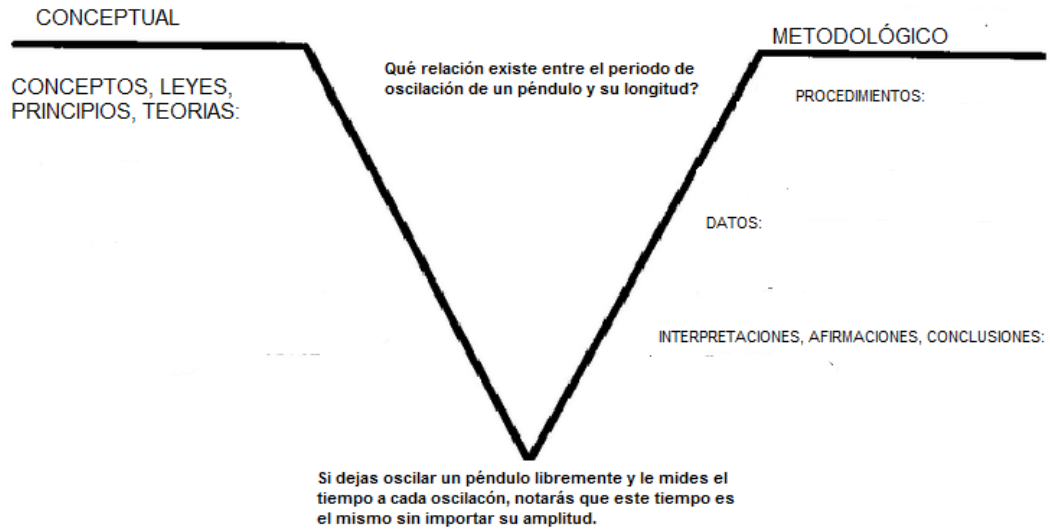


Figura D4. V de Gowin

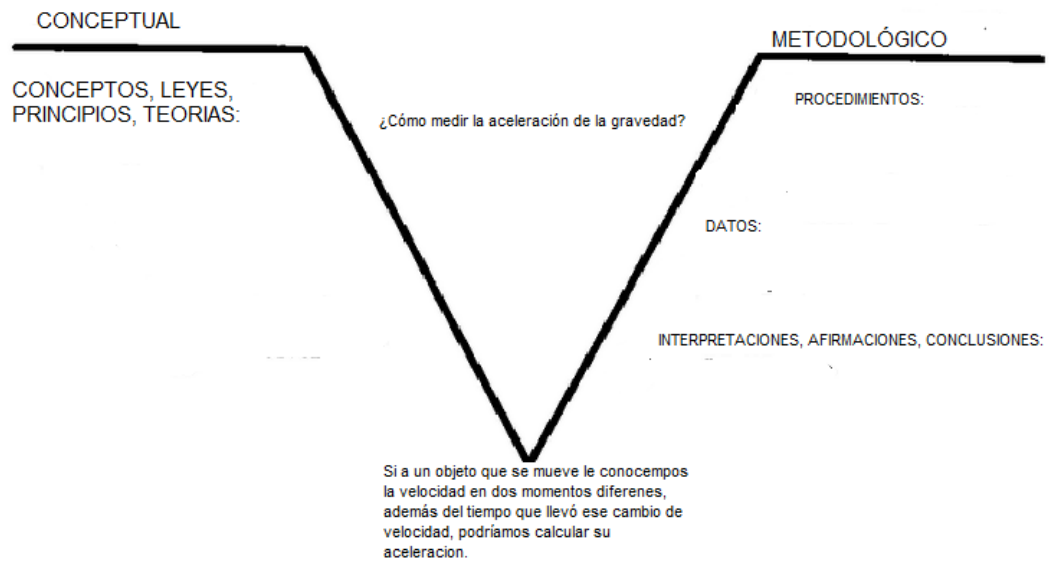


Figura D5. V de Gowin

E. Anexo: Prácticas de ondas mecánicas

1. ORGANIZADOR PREVIO

Responde las siguientes preguntas:

1. ¿Por qué, al lanzar una piedra a un estanque, aparecen unos círculos (olas) en que avanzar creciendo con el centro en el lugar en que cayó la piedra?
2. ¿Con qué gráfica se representaría mejor un objeto que tiene un movimiento oscilatorio periódico.
 - a.

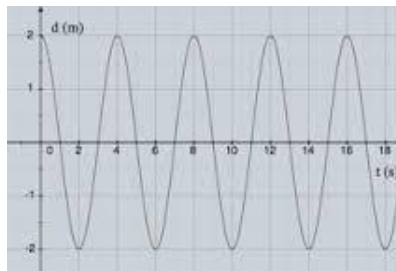


Figura E1. Ejercicio

b.

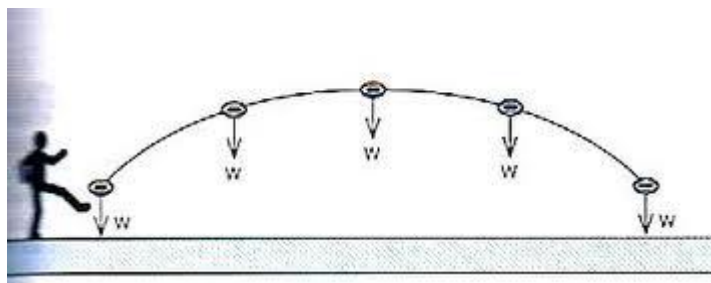


Figura E2. Ejercicio

3. ¿Qué entiendes por una onda?
4. Cuando una onda mecánica se transfiere (tales como el sonido o las olas del mar), la propagación de energía se da de átomo, mientras más juntos estén (mayor densidad de la sustancia) mayor será la velocidad de propagación de la onda.
5. ¿Cómo crees que se produce el eco?
6. Abre el programa SimulPhysics en su módulo Oscilaciones-Cronograma. En este se observará que cualquier movimiento periódico (en este caso el sistema masa-resorte), se puede modelar como una función senoidal. ¿Qué ocurre al aumentar y disminuir la velocidad y el desplazamiento del resorte? ¿Cuándo es mayor y menor el número de oscilaciones por unidad de tiempo?

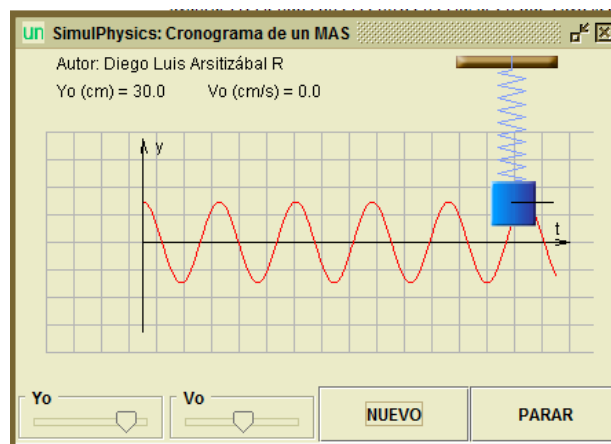


Figura E3: Cronograma de oscilaciones

7. Cuando se tiene una onda mecánica, la energía se propaga por la materia. Si la onda representa una señal senoidal, se dice que es una onda armónica.

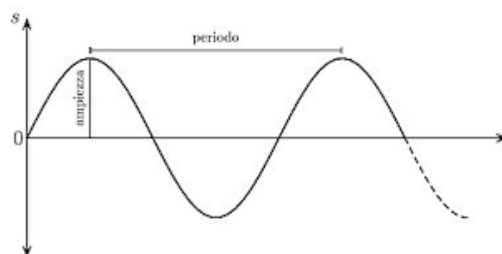


Figura E4: Onda armónica

La longitud de onda λ es la longitud que tiene una oscilación completa. Se cumple la relación entre velocidad y frecuencia de la siguiente manera:

$$v = \lambda \cdot f$$

8. Cuando se encuentran dos ondas viajeras en sentido contrario, a la resultante se le llama onda estacionaria. Estas se observan por ejemplo en una cuerda fija en sus dos extremos o en un tubo cerrado en sus extremos. Cuando la onda sea armónica (empieza en un nodo y termina en otro nodo), se dice que el sistema entra en resonancia. Se cumplen las siguientes relaciones:

$$L = \frac{n \cdot \lambda}{2}$$

$$f = \frac{n \cdot v}{2L}$$

Donde L es la longitud de la cuerda, n el número de armónico, f la frecuencia de vibración y v su velocidad. Observa la siguiente imagen, y coloca el valor de la longitud de onda en cada caso. Luego continúa el dibujo hasta el sexto armónico. Señale en ellas donde se tiene la máxima amplitud (vientre) y donde no se tiene movimiento (nodo). Ordénalas de mayor a menor velocidad.

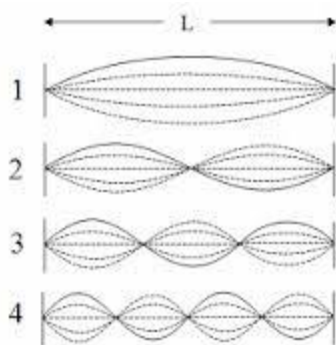


Figura E3: Armónicos en una cuerda

9. En el programa Simulphysics de en su módulo Ondas-ondas viajeras-velocidad analizar qué ocurre con la velocidad en los siguientes casos:
- Sin variar la densidad y cambiando la longitud de una cuerda.
 - Sin variar la longitud, y cambiando la longitud de la cuerda.

10. En el dispositivo móvil, con la aplicación PhysicsSensor, en el módulo Sonoscopio modo 3, compara las señales y mide la frecuencia de la voz de diferentes compañeros. Por qué crees que todas las señales son diferentes. La frecuencia se calcula con $f = \frac{1}{P}$ Donde P es el periodo en segundos. La frecuencia se mide en Hz.

2. PRÁCTICA SOBRE ONDAS ESTACIONARIAS EN UNA CUERDA

OBJETIVO: Comprobar experimentalmente las frecuencias de resonancia (armónicos) con que oscila una cuerda tensa.

Materiales:

- Amplificador
- Sistema de vibración (bafle)
- Dispositivo con PhysicsSensor
- Cuerda inextensible
- Una masa de 100g aprox.

Procedimiento

1. Realizar el montaje que se muestra en la figura. La cuerda se tensiona con la masa que suspende. El otro extremo se fija al parlante, que oscilará con la frecuencia que se escoja en el PhysicsSensor en el módulo generador de señal.

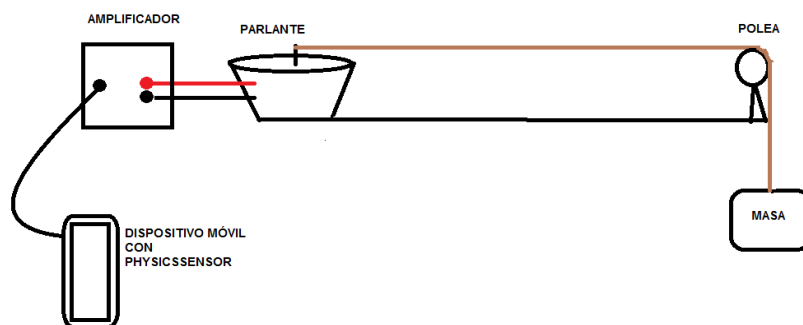


Figura E4: Montaje a realizar

2. Pese la masa y anote su valor. $m = \underline{\hspace{2cm}}$ kg

3. Mida la longitud de la cuerda desde el borde de la polea al baffle.
 $L = \underline{\hspace{2cm}}$ m

4. Calcule la tensión F de la cuerda con la ecuación $F = m \cdot g$, con $g = 9,78 \text{ m/s}^2$.
 $F = \underline{\hspace{2cm}}$ N

5. Calcule la velocidad de la onda en la cuerda con la ecuación $V = \sqrt{\frac{F}{\mu}}$ donde μ es la densidad lineal de la cuerda (masa/longitud). En nuestro caso $\mu = 0,0004692 \text{ kg/m}$.
 $V = \underline{\hspace{2cm}}$ m/s

6. Con la expresión $f = \frac{nV}{2L}$ calcula las frecuencias para los primeros cinco armónicos, y regístralos en la tabla E1.

Tabla E1

n	1	2	3	4	5
f (teórica) (Hz)					

7. Poner a oscilar la cuerda en cada uno de los armónicos, buscando frecuencias similares con la señal emitida por el PhysicsSensor. Anotar la frecuencia para cada armónico cuando se tenga la mayor amplitud en la tabla E2. Estas serán las frecuencias de resonancia de la cuerda. Observa la onda en la cuerda utilizando el estroboscopio manual. Inicia girándolo despacio, aumentando la velocidad de giro hasta que observes claramente la onda en la cuerda. Cuando esto ocurra, se dice

que la velocidad angular del disco (estroboscopio) es igual a la frecuencia que se tiene en la cuerda.

Tabla E2

n	1	2	3	4	5
f (experimental) (Hz)					

8. Realizar la gráfica **n vs f** en el módulo de regresión lineal del PhysicsSensor. ¿Cuál es el valor de la pendiente? **b**_____

$$V = 2. L. b$$

$$V = \text{_____ m/s}$$

Compara este valor con el obtenido en el numeral 5. Calcula el porcentaje de error.

9. Repite el mismo montaje, pero esta vez la mitad de la cuerda actual y la otra mitad de una cuerda gruesa (con mayor densidad lineal). Empieza con 10 Hz de y aumenta suavemente hasta alcanzar los primeros armónicos. Describe las características de la onda en cada cuerda. ¿Qué diferencias hay (nodos, vientres, amplitud)? ¿En cuál de ellas la onda alcanza mayor velocidad? Según esto, ¿dónde crees que sería más peligroso un terremoto, cuando la construcción en un suelo de piedra o de arcilla?

3. MEDICION DE LA VELOCIDAD DEL SONIDO

OBJETIVO: Medir la velocidad del sonido en el aire en el Municipio de Nariño.

Materiales:

- Tubo de Kundt

- Dispositivo móvil con PhysicsSensor
- Interface de audio
- Dos cables triestereo 1x1

Procedimiento

1. Medir la temperatura del ambiente y anotarla. $T = \text{_____}^{\circ}\text{C}$
2. Calcular la velocidad teórica del sonido con la expresión: $V = 331,5 + 0,6T$

$$V_{\text{teo}} = \text{_____} \text{ m/s}$$

3. Con la expresión $V = \lambda \cdot f$ calcular la longitud de onda teórica.
 $\lambda_{\text{teo}} = \text{_____} \text{ m}$

4. Un tubo de Kundt, es un tubo cerrado que tiene un parlante y un micrófono conectados al dispositivo móvil por medio de la interface de audio. A este cual se le puede variar la longitud por medio de un pistón. Tener en cuenta que el Jack 1 es de entrada (micrófono) y el Jack 2 salida (parlante), este último depende de la posición del suiche del adaptador de audio.



Figura E5. Conexión del tubo de Kundt

5. Con el generador de señales, producir una señal armónica de 2000Hz. Mover lentamente el tubo, y observando el sonómetro, anotar la posición donde ocurran cinco máximos (vientres) consecutivos en la tabla E3.

Tabla E3

Máximos	1	2	3	4	5
Posición (cm)					

6. Sin variar f ni V , se verificará que la longitud de onda es cercana a la calculada. La distancia entre dos máximos consecutivos es $\frac{\lambda}{2}$. Llenar la siguiente tabla E4, y obtener el promedio de longitud de onda λ_p .

Tabla E4

ΔL (m)	$\lambda = 2\Delta L$ (m)
$L_2 - L_1 =$	
$L_3 - L_2 =$	
$L_4 - L_3 =$	
$L_5 - L_4 =$	

$\lambda_p =$ _____

7. Compárala con la longitud de onda teórica λ_{teo} .
8. Saca el promedio de las longitudes de onda experimentales. Calcula la velocidad del sonido con la ecuación $V = \lambda_p \cdot f$, y compárala con el valor de la velocidad teórica V_{teo} calculada en el punto 2.

PREGUNTAS

1. ¿Qué otros experimentos podrían realizarse con la ayuda del Generador de Señales de PhysicsSensor?

2. ¿Qué otros fenómenos con ondas conoces?
3. ¿Cuáles son sus opiniones sobre las dos prácticas realizadas? ¿crees que es importante la realización de experimentos para mejorar su aprendizaje?
4. ¿Cómo medirías la densidad lineal de una cuerda?
5. ¿Qué relación ves entre el eco y la resonancia?
6. ¿Para qué crees que la guitarra tiene esa gran caja?
7. ¿Según la densidad del medio, dónde viajan con mayor velocidad las ondas? Explica.

F. Anexo: Prácticas de ondas electromagnéticas. Espectrometría

ORGANIZADOR PREVIO

En la práctica anterior (anexo 5) se pudo observar el comportamiento de dos tipos de ondas mecánicas: en una cuerda y en una columna de aire. El otro gran grupo en que se dividen las ondas es el de las ondas electromagnéticas, que a diferencia de las ondas mecánicas no requieren de ningún medio para propagarse (este hecho explica por qué podemos ver las estrellas, a pesar de que el espacio en el que viaja se encuentre vacío).

Actividad: Completa el siguiente mapa conceptual siguiendo las pistas dadas:

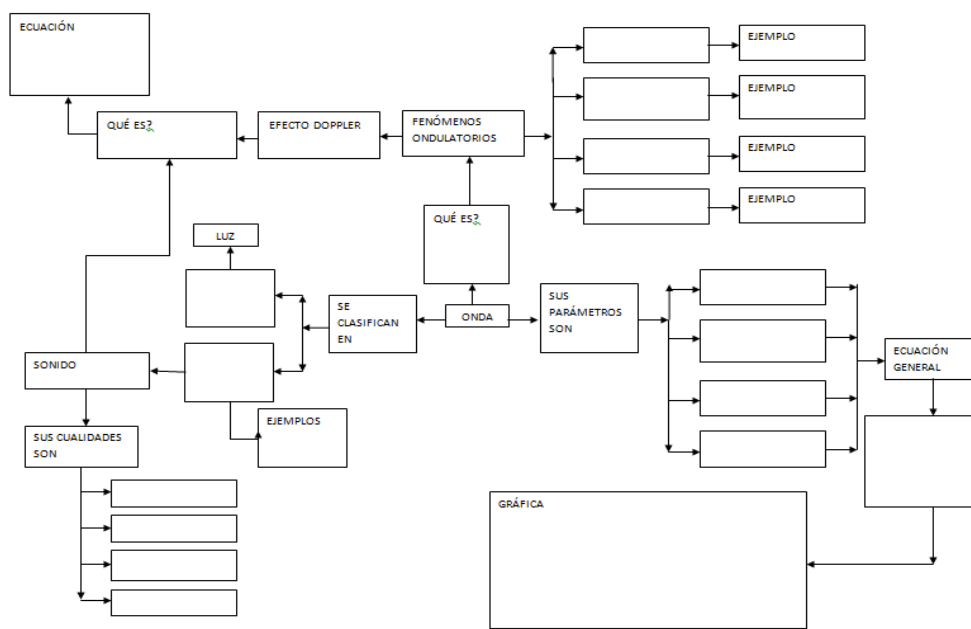


Figura F1. Mapa conceptual

EL ESPECTRO ELECTROMAGNETICO: el espectro electromagnético es todo el conjunto de ondas electromagnéticas, comenzando por las de mayor frecuencia (menor longitud de onda) como lo son los rayos X, los rayos gamma, pasando por la radiación ultravioleta, el rango de luz visible, la radiación infrarroja y las ondas de radio.

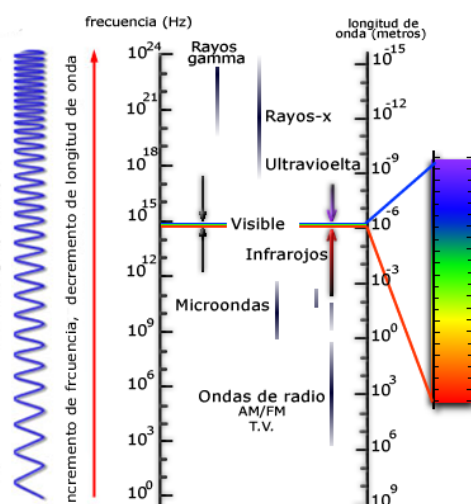


Figura F2. El espectro electromagnético

El rango visible es una pequeña región del espectro electromagnético en el que se encuentran todas las longitudes de onda que pueden ser visibles por el ojo del ser humano, las cuales se hallan entre los 380nm y los 750 nm. A cada color diferente le corresponderá una longitud de onda diferente. Cuando la luz pasa por un prisma o por una red de difracción se separa en sus diferentes colores, dado que cada longitud de onda es desviada con un ángulo diferente.

Espectro visible	
Color	Longitud de onda
violeta	~ 380-450 nm
azul	~ 450-495 nm
verde	~ 495-570 nm
amarillo	~ 570-590 nm
naranja	~ 590-620 nm
rojo	~ 620-750 nm

Figura F3. El rango visible

EL ESPECTROMETRO: Es un aparato que aprovecha la separación de la luz en sus componentes cuando atraviesa un prisma o una red de difracción para hacer análisis de la luz o para identificar materiales excitados por una corriente eléctrica o por calor obteniendo su espectro (como se muestra en la figura siguiente).

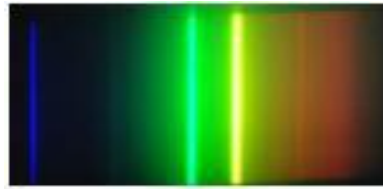


Figura F4. Espectro

La espectrometría es muy utilizada en química para analizar los componentes de una sustancia o en astrofísica para identificar la composición de una estrella o de la atmósfera de un planeta.

El espectroscopio a utilizar será de rendija, en el cual al ingresar la luz por la rendija, este atraviesa la lente colimadora con el fin de dirigir los rayos de manera paralela a la red de difracción, la cual hará que los colores de la luz se separen obteniendo de esta manera el espectro. En la siguiente figura F5 se muestra el esquema de espectroscopio de rendija.

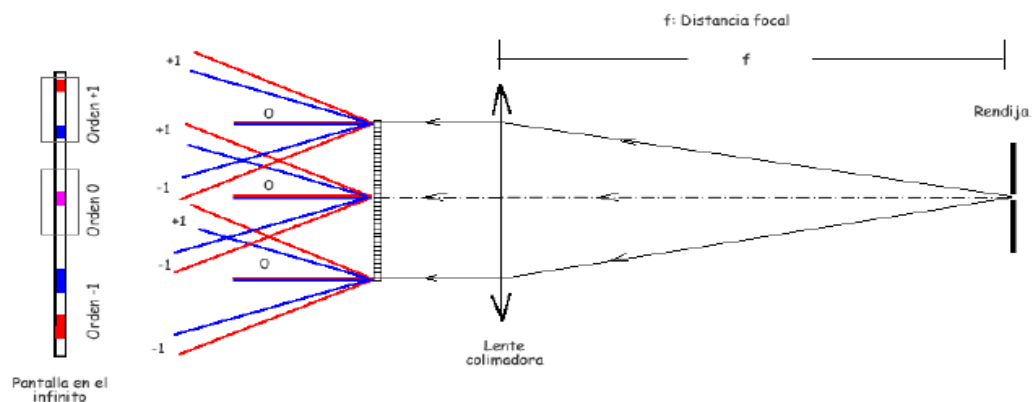


Figura F5. Esquema de espectroscopio de rendija

CONSTRUCCION DEL ESPECTROSCOPIO DE PHYSICSSENSOR

Materiales

- Tubo de PVC de 18cm de longitud de presión 1 ¼ pulgada.
- Dos uniones de PVC de presión 1 ¼ pulgada.
- Led brillante de 5mm: Uno de chorro azul y uno de chorro rojo.
- Dos resistencias de 220Ω.
- Una pila de Litio de 3 V (referencia CR2032).
- Un portapilas para impreso.
- Una lupa de 40mm.
- Red de difracción o porción de un CD sin el recubrimiento.
- Silicona líquida.
- Dos cables de 5 cm.
- Cartulina negra.
- Acrílico con la rendija y la entrada. Pueden construirse en cartón o cartulina.

Procedimiento:

1. Medir la distancia focal de la lupa. La utilizada en este caso es de 15 cm.
2. El tubo de 18 cm cortarlo de tal manera que quede una porción de 4 cm y otra de 14 cm, garantizando el corte recto (Figura F6).

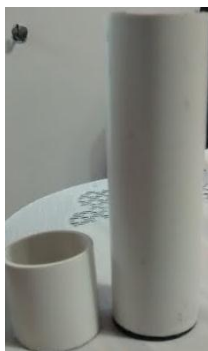


Figura F6. Tubo de 4cm y 14 cm

3. Quitar el marco de la lupa e introducir el lente en una de las uniones de PVC. Pegarlo con silicona (Figura F7).



Figura F7. Lente en la unión de PVC

4. Fijar con silicona la red de difracción o porción de CD sin caratula al tubo de 4 cm.
5. Acoplar la unión de la lente al tubo con la red de difracción (Figura F8).



Figura F8. Acople entre la unión con el lente y el tubo (4 cm) con la red de difracción adherida

6. En uno de los extremos del tubo de 14 cm fijar el acrílico con rendija. Cubrir las partes interiores de este tubo con cartulina negra (Ver figura F8).



Figura F9. Tubo de 14 cm, con la rendija y cubierto de cartulina negra

7. A la otra unión de PVC hacerle unas marcas diametralmente opuestas a 2cm y 2,3 cm. Hacer agujeros pequeños en cada marca. Por esta se introducirán las patas de los LED.



Figura F10. Unión de PVC son los agujeros para los led

8. Tomar las dos resistencias, emparejarlas y enrroscar mutuamente uno de sus extremos de forma que queden unidas.

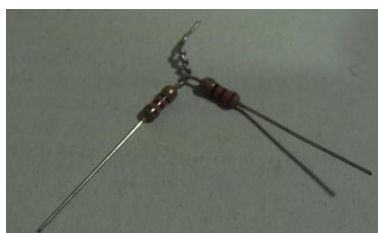


Figura F11. Resistencias unidas

9. Tomar el porta-pilas, ponerlo patas arriba e introducir la unión de las dos resistencias en el agujero que se observa en su parte recta. Después de introducir las resistencias, hacer un punto de soldadura para que las resistencias no se salgan.



Figura F12. Portapilas con resistencia

10. Unir los cables por un extremo y soldar la parte unida al otro terminal del portapilas.
11. Proceder a soldar las resistencias a los pines largos de los LED y los cables a los pines cortos de éstos, Hacer esto primero con el LED de un lado y luego repetir con el otro LED (Ver Figura F13). Recordar agregar el termoencogible si se dispone de él.

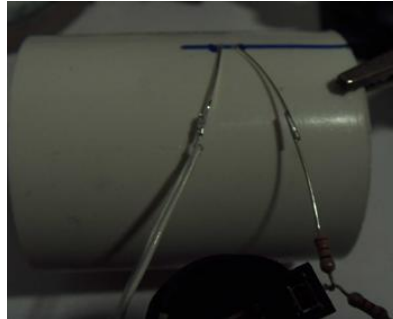


Figura F13. Resistencias unidas a los led

12. Colocar en la unión de PVC que tiene los led el diafragma de acrílico (puede ser de cartón o cartulina negra).



Figura F14. Diafragma en la unión de PVC

13. Ensamblar el espectroscopio.



Figura F15. Espectroscopio ensamblado

ANALISIS DEL ESPECTRO DE UNA LAMPARA FLUORESCENTE

Para este experimento no se necesita el cabezal de calibración.

1. Observar una lámpara fluorescente con el espectroscopio.
2. Con la aplicación PhysicsSensor acceder al modulo espectroscopio.
3. Fotografiar el espectro y guardarlo.
4. Importarlo con el boton Escoger Espectro y cargarlo (Cargar espectro).
5. Adaparlo con el cuadro blanco. El espectro adaptado debe ir de azul al rojo de izquierda a derecha. Si no es asi presionar el boton invertir espectro.
6. Guardar presionando el boton Grabar Espectro.
7. Pasar al Tab Espectro.
8. Escoger el Espectro adaptado en el boton Escoger Espectro.
9. Presionar el boton cargar espectro.

10. Desplazar con el dedo la línea vertical hasta la posición de la línea espectral azul. Anotar el valor de la X en el número del pixel. Para este tipo de lámparas esta línea espectral es de 433 nm.
11. Desplazar la línea vertical a la línea espectral verde. Anotar el valor de la X en el número de pixel, y su longitud de onda es de 546 nm.
12. Desplazar la línea horizontal sobre la región del espectro que se quiere analizar.
13. Presiona el botón actualizar.
14. Pasa al Tab Análisis y presiona el botón actualizar. Aparece la gráfica de intensidad relativa vs longitud de onda. Aparece la información sobre la intensidad relativa para cada longitud de onda en el espectro analizado.

Para entregar: Imágenes del espectro y análisis.

CALIBRACION DEL ESPECTROSCOPIO

Con el cabezal de calibración encendido. Este procedimiento solo se debe hacer una vez, y es necesario realizarlo cada vez que se cambie uno de los led:

1. Observa una lámpara fluorescente y fotografía el espectro y guardarlo.
2. Importarlo con el botón escoger espectro y luego cargar espectro.
3. Adaptarlo usando el cuadro blanco. Los espectros de los led deben quedar dentro del cuadro. Grabar el espectro.
4. En el Tab Espectro, escoger el espectro adaptado y cargarlo.
5. Desplazar la línea vertical hacia la línea espectral azul, observar el valor de la X y anotar este en el campo número de pixel. La longitud de onda es 433 nm.

6. Desplazar la línea vertical a la línea espectral verde, anotar el valor de X en el campo número de pixel, la longitud de onda será 546 nm.
7. La línea horizontal se debe ubicar de tal manera que barra la luz emitida por los led. Presiona el botón actualizar.
8. Pasar al tab análisis, y presionar el botón actualizar. Aparecen dos picos, uno rojo y otro azul. Las longitudes de onda corresponden a la que emiten los led. Anotar estos valores en el cabezal de calibración, y estos se tomaran como referencia para próximos experimentos. El espectroscopio ya está calibrado.

Para entregar:

Imágenes de la gráfica de análisis y valores de longitudes de onda emitida por cada led.

Rojo: _____ nm

Azul: _____ nm

Anotar estos valores en el cabezal de calibración.

MEDICION DEL ESPECTRO DEL SODIO

1. Prepara una solución de NaCl con alcohol antiséptico en un recipiente de vidrio o metálico.
2. En un lugar oscuro, encender la solución.
3. Teniendo el cabezal de calibración encendido, fotografiar el espectro producido por la llama y guardarlo.
4. Escoger y cargar el espectro.
5. Adaptarlo con el cuadro blanco. Grabar espectro y pasar al tab Espectro.
6. Escoger y cargar el espectro adaptado.

7. Llevar la línea vertical al espectro del led azul. El valor de la X anotarlo en el campo número de pixel, y la longitud de onda será la obtenida en el proceso de calibración.
8. Llevar la línea vertical al espectro del led rojo. El valor de la X anotarlo en el campo número de pixel, y la longitud de onda será la obtenida en el proceso de calibración.
9. La línea horizontal ubicarla según el espectro que se quiera barrer. Presiona el botón actualizar y pasar al Tab Análisis.
10. Presiona el botón Actualizar. El valor tomado como verdadero para la longitud de onda emitida por el sodio es de 589,6 nm. Comparar este valor con el obtenido en la gráfica de análisis.

ACTIVIDAD

A continuación se presenta en un diagrama V de Gowin una situación problema y una pregunta. Complete teniendo el diagrama siguiendo los siguientes pasos:

1. Pregunta central: ¿qué características tiene el espectro de emisión del sodio?

2. Acontecimientos:

La luz emitida por un objeto, puede ser separada en sus componentes de diferentes longitudes de onda por medio de un prisma o una red de difracción obteniéndose su espectro, y analizado con la ayuda de un espectrómetro.

Cuando los metales son excitados por calor o por una corriente eléctrica, emiten un espectro característico que los diferencia como si fuera una huella digital.

3. Cuáles son los hechos, teorías, conceptos o criterios que ayudan a responder el problema?

4. ¿qué procedimiento utilizar?

5. ¿qué observaciones y datos se obtienen?
6. ¿qué afirmaciones, conclusiones y análisis puedes realizar?

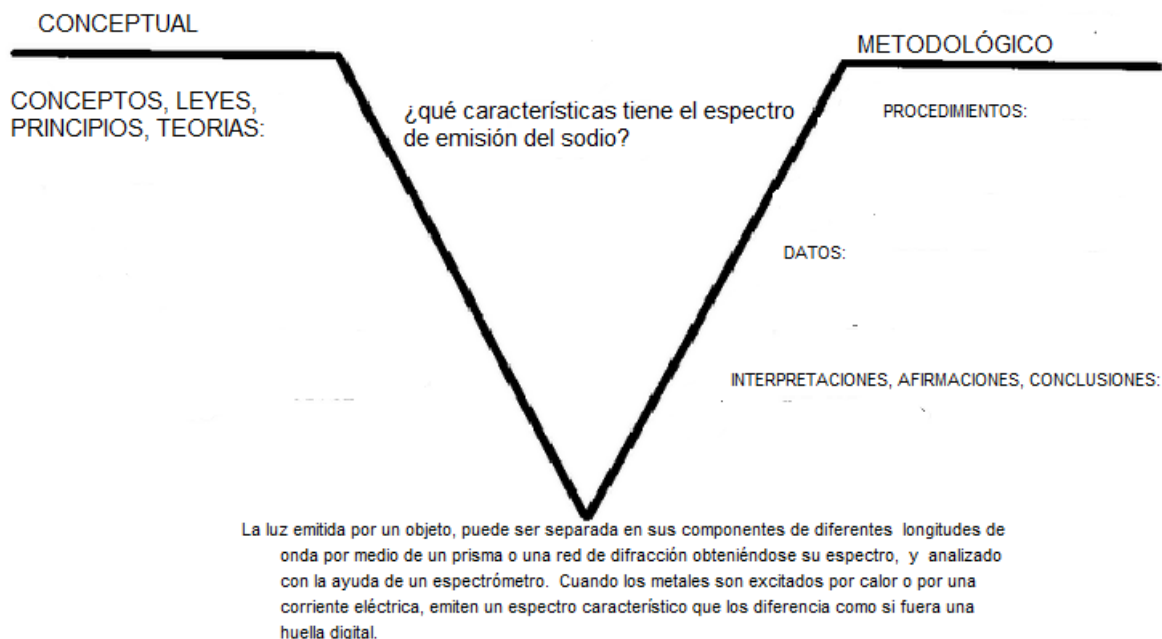


Figura F16. V de Gowin

7. Compara el espectro de una lámpara fluorescente con el espectro solar (no observar el sol directamente). ¿Por qué el espectro solar es continuo y el de la lámpara no?
8. ¿Todos los elementos tienen el mismo espectro de emisión? Explique.
9. ¿Qué utilidad crees que tiene la identificación de un espectro de un elemento?
10. ¿Por qué se debe calibrar de nuevo cuando se reemplace uno de los led?
11. ¿Qué opiniones le sugiere la práctica realizada?

G. Anexo: Ondas electromagnéticas. Ley de Malus.

ONDAS TRANSVERSALES

Recordemos que las ondas son la propagación de una perturbación. Las ondas se clasifican en mecánicas (si necesitan de un medio para propagarse) o electromagnéticas (se pueden propagar en el vacío). Pero las ondas también se pueden clasificar según su dirección de propagación.

- Nombra cuatro ejemplos de ondas mecánicas y cuatro de ondas electromagnéticas.
- Observa una onda transversal con el programa SimulPhysics, en módulo Ondas-ondas viajeras-longitud de onda (onda transversal). Describe sus observaciones:

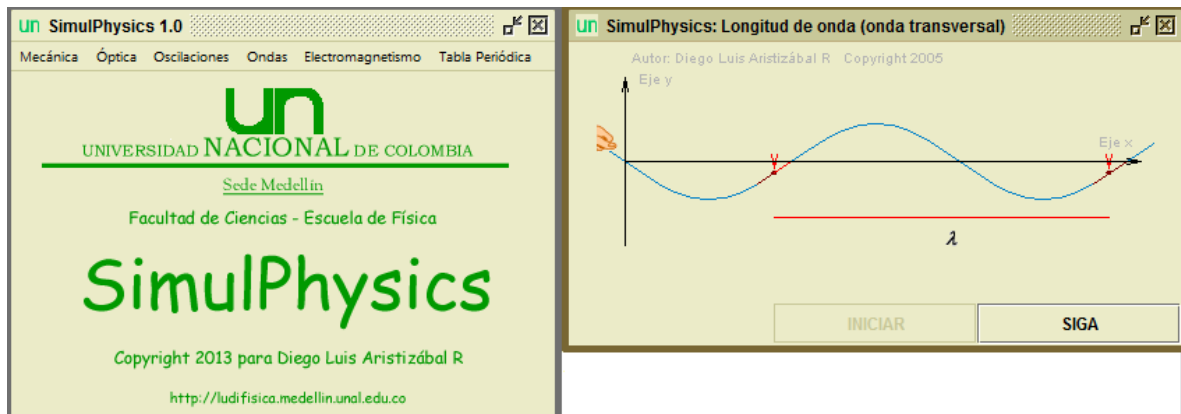


Figura G1: Onda transversal en SimulPhysics

- Observa una onda longitudinal con el programa SimulPhysics, en módulo Ondas-ondas viajeras-longitud de onda (onda longitudinal). Describe sus observaciones:

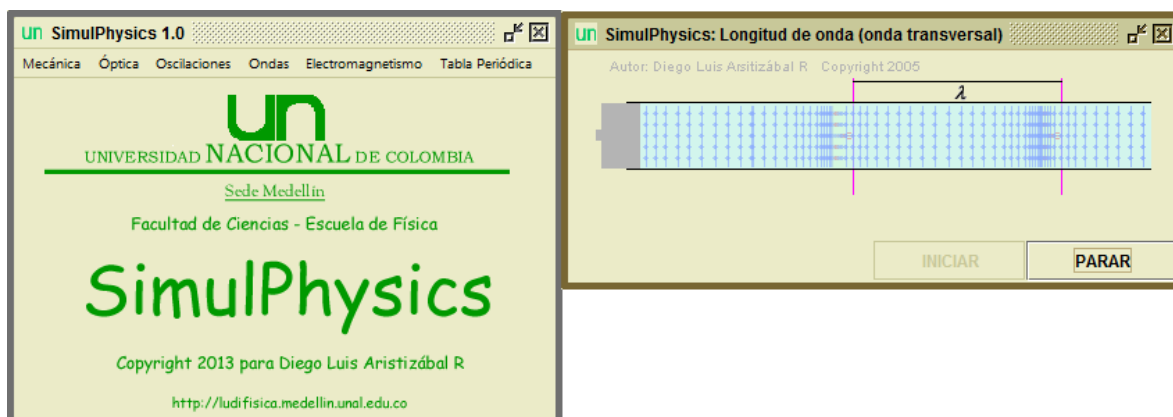


Figura G2. Onda longitudinal en SimulPhysics

ONDA ELECTROMAGNETICA

Una onda electromagnética se propaga mediante la variación de la intensidad de un campo magnético y un campo eléctrico; cada uno de los cuales oscila en direcciones perpendiculares entre sí y ambos perpendiculares con la dirección de propagación. Todo el conjunto de las ondas electromagnéticas conforma el espectro electromagnético. Observa la siguiente animación que muestra gráficamente una onda electromagnética:

<http://www.educaplanet.org/play-321-Onda-electromagn%C3%A9tica.html>

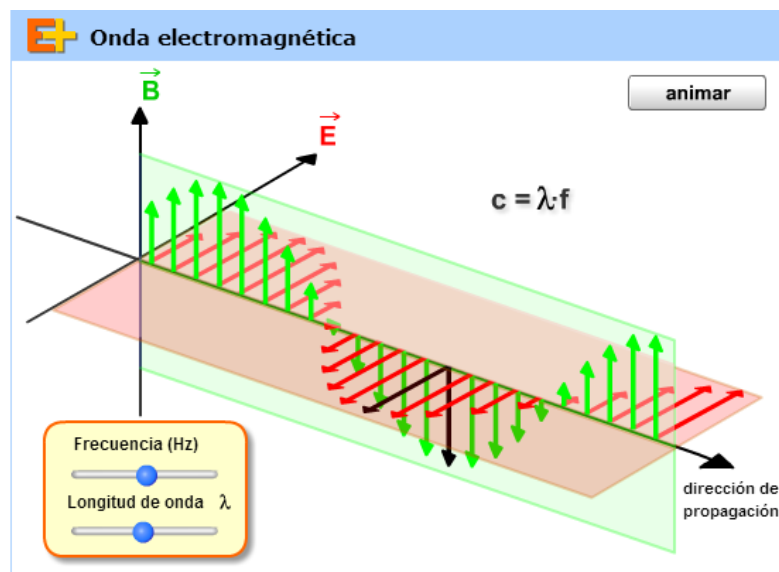


Figura G3. Simulación onda electromagnética

POLARIZACIÓN

La polarización solo se puede dar en las ondas transversales. Cuando una onda electromagnética no está polarizada vibra en todas las direcciones. Cuando la luz vibra en una dirección se dice que está polarizada. Observa la siguiente animación, en la que se muestra de manera gráfica la polarización de la luz: <http://www.educaplus.org/luz/polarizacion.html>

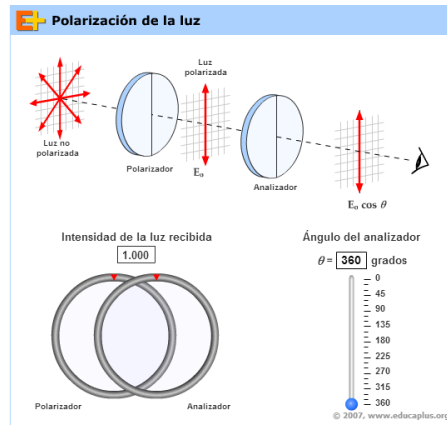


Figura G4. Simulación de Polarización

- Describe completamente la simulación.

LA LEY DE MALUS

Usando dos polarizadores ubicados de manera consecutiva formando un ángulo y midiendo la intensidad que se transmite después del segundo polarizador es un experimento adecuado para verificar el carácter transversal de las ondas lumínicas. En la figura G5 se observa el montaje para dicho experimento.

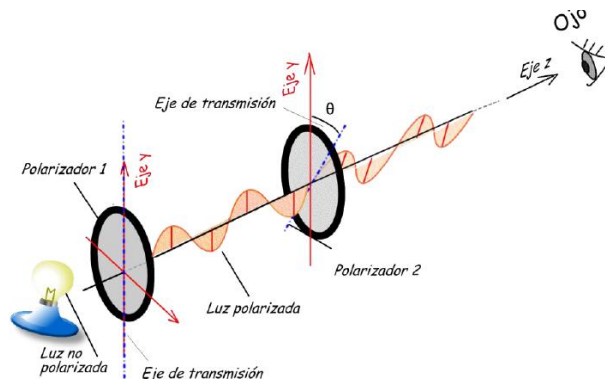


Figura G5. Montaje experimental Ley de Malus

Ley de Malus: Si la magnitud de la iluminación que atraviesa el primer polarizador es E_0 , la iluminancia a la salida del segundo polarizador (analizador) será

$$E = E_0 \cdot \cos^2 \theta$$

Donde θ es el ángulo entre los dos polarizadores.

VERIFICACION EXPERIMENTAL DE LA LEY DE MALUS

OBJETIVO: Verificar experimentalmente la ley de Malus.

Materiales

- Dos filtros polarizadores (pueden ser los lentes de las salas de cine 3D).



Figura G6. Polarizadores

- Dispositivo móvil con PhysicsSensor Mobile.

Procedimiento

1. Yuxtaponer ambos polarizadores. Girar uno y el otro fijo. Qué observa?

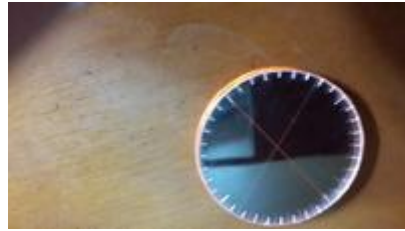


Figura G7. Polarizadores yuxtapuestos

2. Acceder al módulo Luxómetro de la aplicación PhysicSensor, determinar la ubicación del sensor de luz del dispositivo móvil.
3. Fijar uno de los polarizadores al dispositivo móvil sobre el sensor de luz (por ejemplo con cinta). La cinta no debe tapar el sensor de luz del celular.
4. Colocar el segundo polarizador sobre el primero, de tal manera que sus ejes estén alineados. En este caso θ es cero.



Figura G8. Montaje para Ley de Malus

5. Anotar en la Hoja de Excel Analizador Ley de Malus, los valores de la iluminancia que muestra el luxómetro. Continuar girando el polarizador (analizador) cada 10° y registrar cada uno de estos valores en la hoja de Excel hasta completar los 360° .

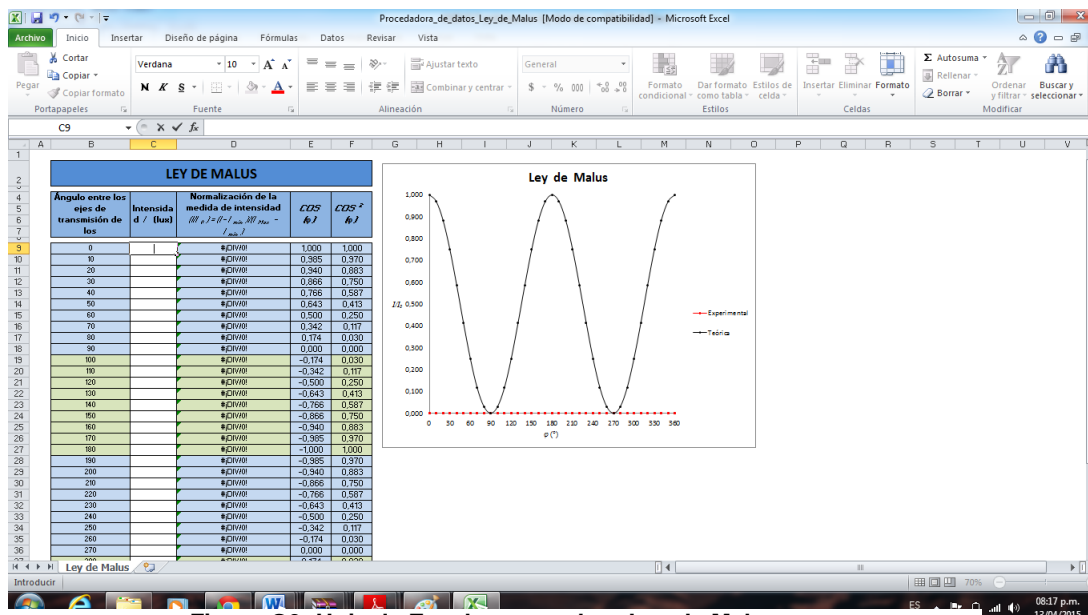
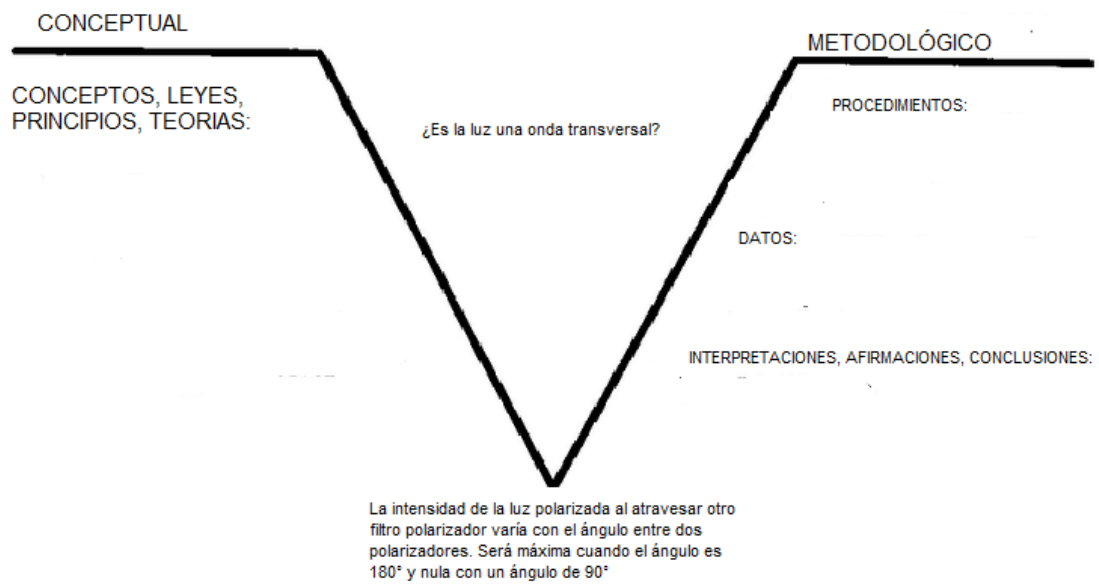


Figura G9. Hoja de Excel procesadora Ley de Malus

PREGUNTAS:

1. ¿Por qué la verificación de la ley de Malus es una prueba de que la luz es una onda transversal?
2. ¿Qué tanto se ajustan los datos experimentales al modelo de la Ley de Malus?
3. ¿Cuáles crees que son las posibles causas de error en el experimento realizado?
4. Si utilizáramos un láser como fuente lumínica, se podría prescindir el polarizador 1 y solo sería necesario el polarizador 2 (analizador). ¿Por qué?
5. Completa la siguiente V de Gowin:

**Figura G10. V de Gowin**

H. Anexo: Práctica sobre análisis de filtros

En principio un filtro de color absorbe todas las longitudes de onda del rango visible exceptuando las de su propio color. En la figura siguiente se muestra, a la izquierda los colores que dejan pasar los colores primarios; y a la izquierda los colores secundarios. Por ejemplo, el filtro amarillo absorbe el color azul y permite el paso del rojo y el verde.

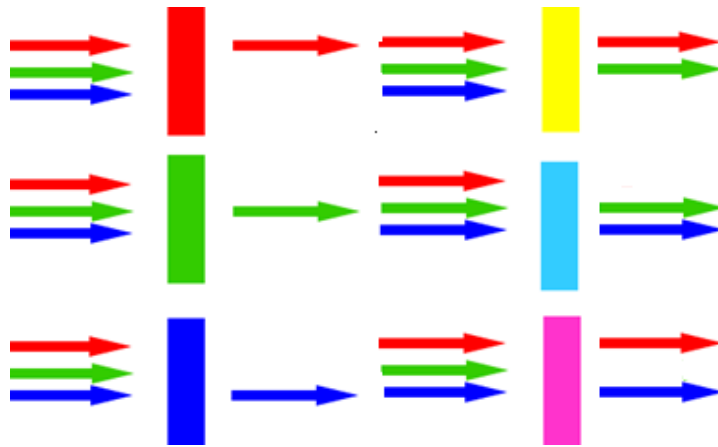


Figura H1. Principio de los filtros

OBJETIVO: Analizar el comportamiento de los filtros frente las diferentes longitudes de onda.

Materiales:

- Espectroscopio de PhysicsSensor calibrado.
- Filtros (Papel celofán, vasos plásticos de diferentes colores).

- Dispositivo móvil de PhysicsSensor Mobile®.

PROCEDIMIENTO:

1. Cubrir con un filtro de color la entrada de luz del espectroscopio. Ver figura H2.



Figura H2. Filtro azul

2. Con el dispositivo móvil, ejecute la aplicación PhysicsSensor y el módulo espectrómetro.
3. Con el espectrómetro encendido tome la foto a una fuente de luz y guárdela.
4. Importarlo (clic en Escoger Espectro) y cargarlo (Cargar Espectro).
5. Adaptar el espectro. El espectro guardado es el que aparece en la parte inferior, debe aparecer el azul a la izquierda y el rojo a la derecha. Si no es así presione invertir espectro.
6. Grabar espectro.
7. En el TAB Espectro, Escoger el espectro y cargarlo.
8. Desplazar la barra vertical hasta el espectro del azul y observar el valor de la x (número de pixel).
9. En los campos superiores anotar el número de pixel y la longitud de onda del led azul.

10. En los campos inferiores anotar la información correspondiente del espectro del led rojo.
11. Click en Actualizar.
12. Ubicar la línea horizontal en el espectro a analizar y presione Actualizar.
13. Pase al TAB análisis y click en Actualizar.

En la figura H3 se muestra el proceso utilizando como filtro un vaso azul y como fuente de luz una lámpara fluorescente.

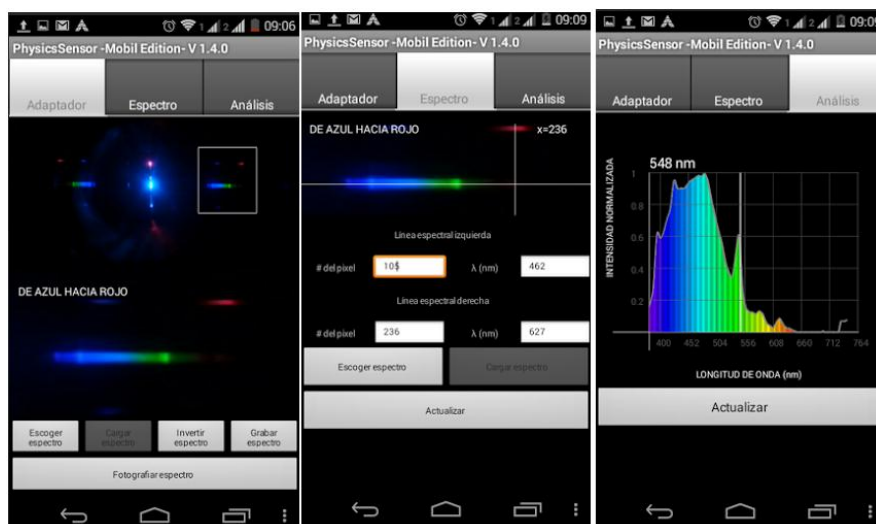


Figura H3. Espectro con lámpara azul

ACTIVIDADES A REALIZAR

1. Describa con sus propias palabras la gráfica de longitud de Onda vs Intensidad Normalizada.
2. Compárela con la gráfica correspondiente a la misma fuente de luz pero sin filtro.

3. Ahora obtenga el espectro y la gráfica pero usando un filtro diferente. Descríbalo con sus propias palabras. Qué diferencias encuentras en cada una de las gráficas del TAB Análisis?
4. Describa las longitudes de onda que absorbe y a las que les permite el paso cada uno de los filtros utilizados.
5. Cuál filtro consideras que realiza mejor su función de filtrar luz. Explica.

En las siguientes figuras se muestran como ejemplos, los espectros de un filtro amarillo y otro rojo utilizando como fuente lumínica una lámpara fluorescente.



Figura H4. Filtros de colores

Para el filtro Amarillo:

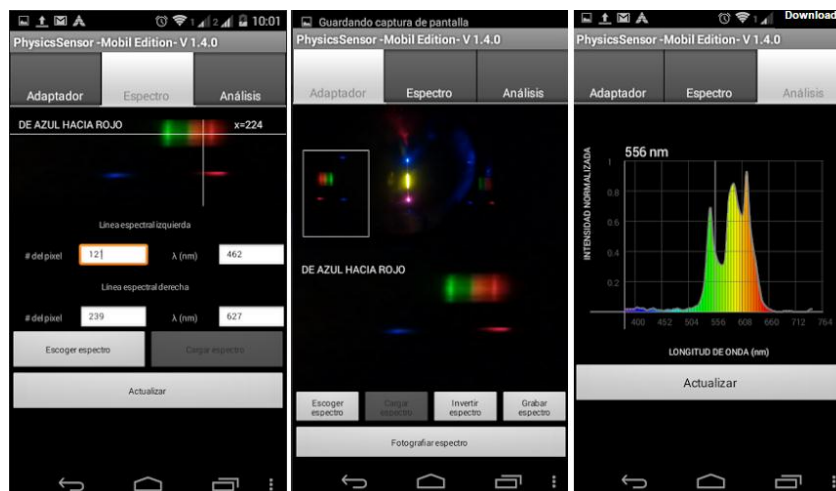


Figura H5. Espectro emitido por el filtro amarillo

Para el filtro rojo:

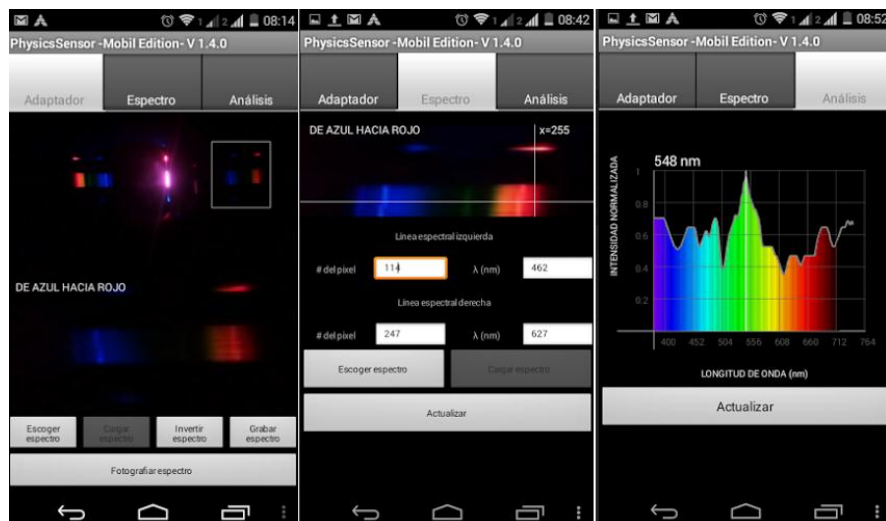


Figura H6. Espectro filtro rojo

6. El informe de laboratorio será el diligenciamiento de las siguientes V de Gowin.

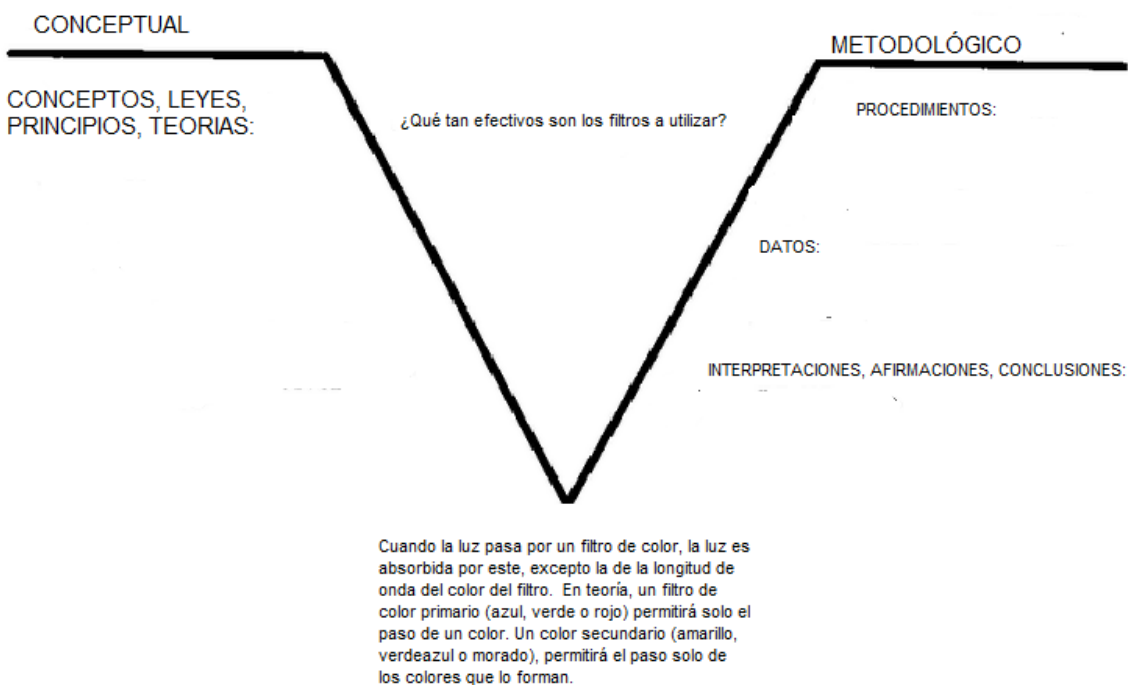


Figura H7. V de Gowin

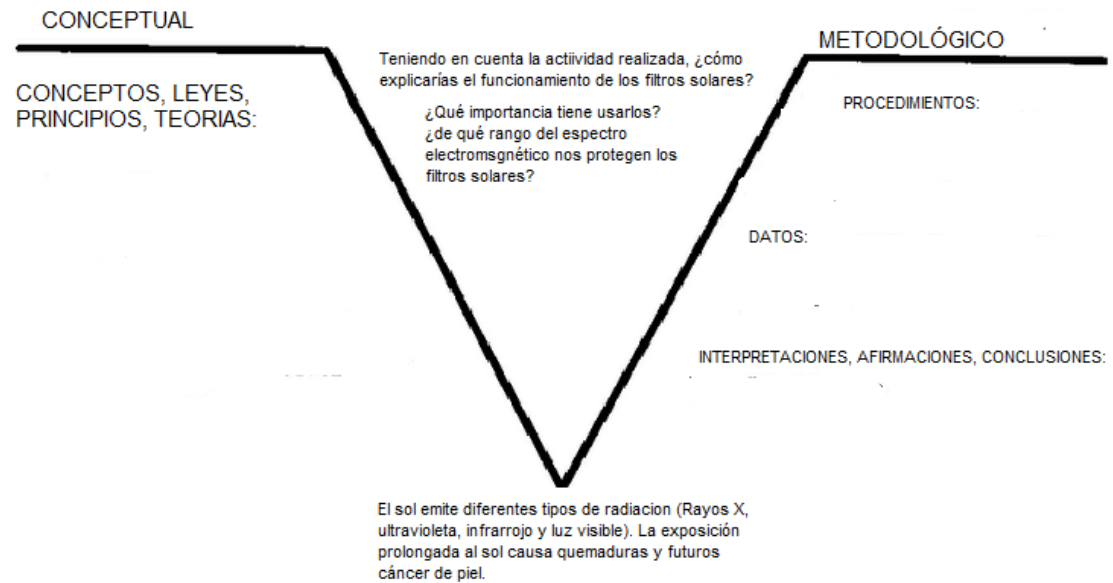


Figura H8. V de Gowin

I. Anexo: Resultados de las prácticas experimentales

A continuación se muestran los resultados que obtuvieron algunas de las parejas de estudiantes que participaron en el desarrollo de esta propuesta de actividades experimentales.

1. MEDICION DE LA GRAVEDAD:

La medición de la aceleración de la gravedad se realizó utilizando la fotoc compuerta de tres maneras diferentes:

- CAIDA LIBRE



Figura I1. Medición de la aceleración de la gravedad

En cada figura se muestra los datos para regresión cuadrática de desplazamiento vs. Tiempo, su respectiva gráfica y los datos de la regresión, además del valor de la aceleración de la gravedad y el porcentaje de error. En este caso la aceleración se calcula con la expresión $g=2.a$.

Resultados Grupo 1:

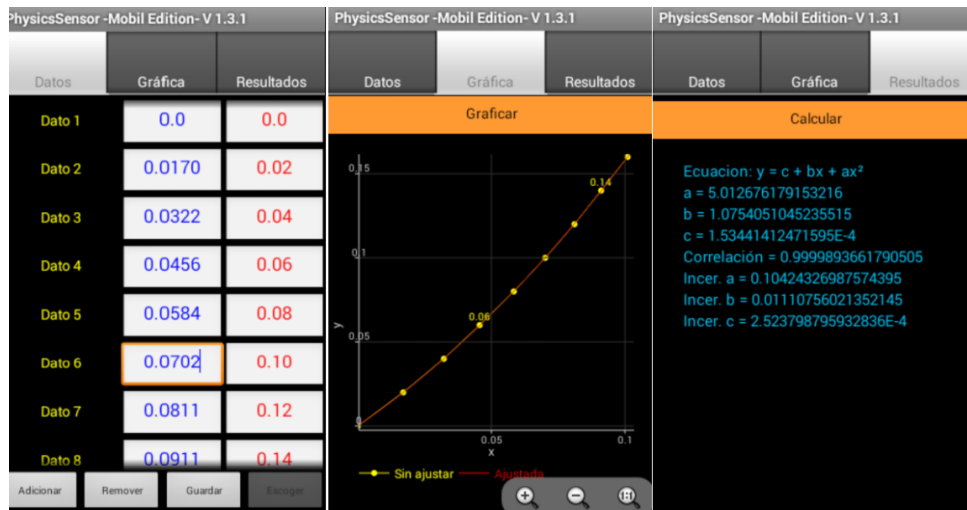


Figura I2. Resultados Grupo 1

$$g = 10.02 \text{ m/s}^2$$

Porcentaje de error: 2,45%

Resultados Grupo 2:

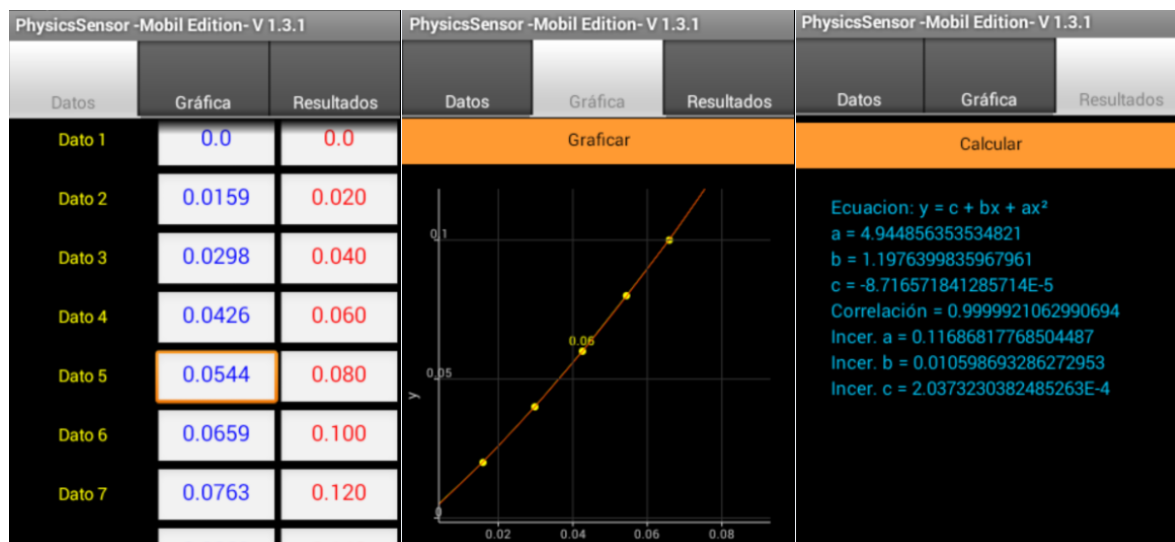
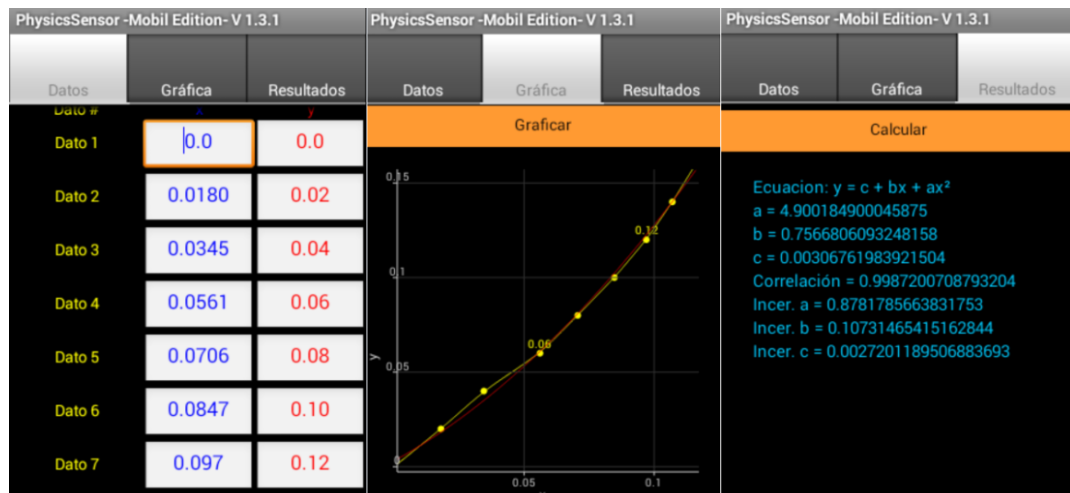


Figura I3. Resultados Grupo 2

$$g = 9,88 \text{ m/s}^2$$

Porcentaje de error: 1,12 %

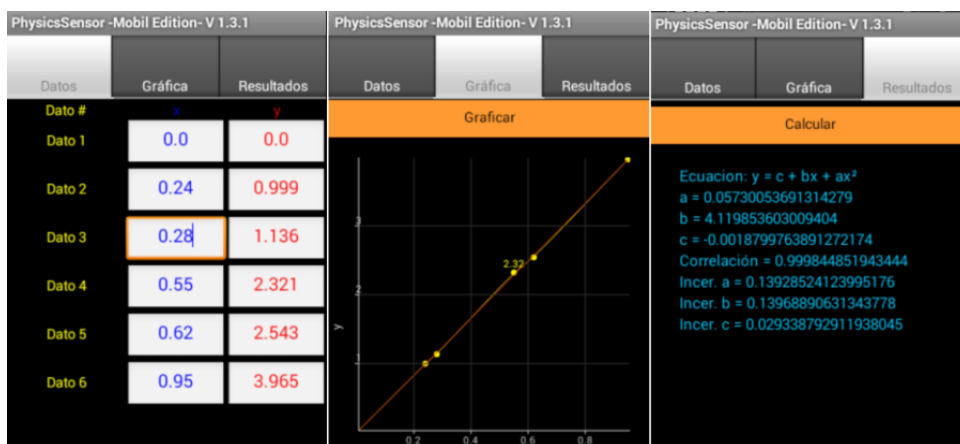
Resultados Grupo 3:**Figura I4. Resultados Grupo 3**

$$g = 9,80 \text{ m/s}^2$$

Porcentaje de error: 0,20%

- USANDO EL PÉNDULO SIMPLE

En este experimento, se calcula la aceleración de la gravedad a partir de una regresión lineal de la longitud de un péndulo simple y su periodo de oscilación. Se muestran los datos obtenidos por algunos de los grupos participantes, el resultado de la regresión lineal y el posterior cálculo a partir de la expresión: $g = \frac{4\pi^2}{b}$

Resultados Grupo 1:**Figura I5. Péndulo simple Grupo 1**

$$g=9,58 \text{ m/s}^2$$

Porcentaje de error: 2.01%

Resultados Grupo 2:

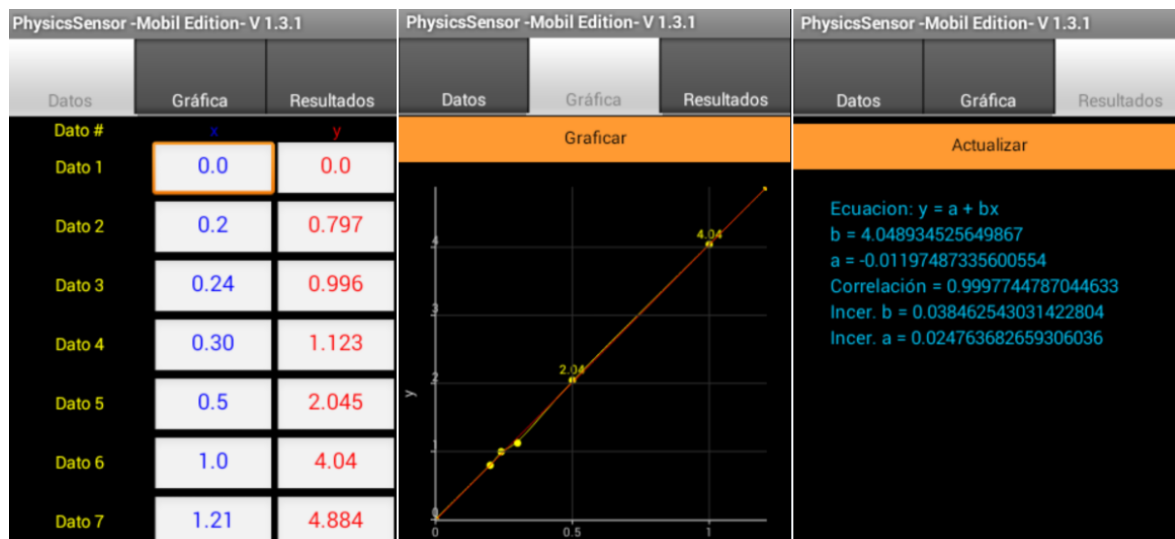


Figura I6. Péndulo simple Grupo 2

$$g= 9,75 \text{ m/s}^2$$

Porcentaje de error: 0,28%



Figura I7. Medición de la aceleración de la gravedad

2. ARMÓNICOS EN UNA CUERDA



Figura I8. Ondas en una cuerda

Este fue un experimento demostrativo, en el cual a partir de las instrucciones dadas, los estudiantes realizaron el montaje y las medidas respectivas. Para una masa 0,0903 kg (un peso de 0,883 N) y una cuerda cuya densidad lineal es $4,692 \times 10^{-4}$, utilizando la expresión $f = \frac{nV}{2L}$, las frecuencias teóricas de los primeros cinco armónicos se muestran en la tabla I1:

Tabla I1

N	1	2	3	4	5
f (teórica) (Hz)	24,64	49,29	73,94	98,59	123,23

Las frecuencias reportadas por los participantes se muestran en la tabla I2:

Tabla I2

N	1	2	3	4	5
f (experimental) (Hz)	24,4	49,7	75,2	99,3	124,9



Figura I9. Medición de la velocidad del sonido

3. MEDICION DE LA VELOCIDAD DEL SONIDO

Para realizar la medición del sonido utilizando el tubo de Kundt, inicialmente se realiza una demostración de cómo realizar el experimento. Los datos acá mostrados, fueron reportados por los estudiantes. La temperatura medida fue de 20°C. La velocidad del sonido teórica se calculó de 343m/s, y por lo tanto con una frecuencia de 2000 Hz la longitud de onda teórica sería $\lambda_{\text{Teo}} = 17,2 \text{ cm}$.

Con el PhysicsSensor en el dispositivo móvil se produjo una señal armónica de 2000 Hz, desplazando el tubo de Kundt y registrando las posiciones de los máximos (ver tabla I3):

Tabla I3

Máximos	1	2	3	4	5
Posición (cm)	13,6	22	30,6	39,2	47,5

Teniendo en cuenta que la distancia entre dos máximos (ΔL) es la mitad de la longitud de onda, se calcula las longitudes de onda y se halla el promedio λ_p (ver tabla I4):

Tabla I4

$\Delta L \text{ (cm)}$	$\lambda = 2\Delta L \text{ (cm)}$
$L_2 - L_1 = 8,4$	16,8
$L_3 - L_2 = 8,6$	17,2
$L_4 - L_3 = 8,6$	17,2
$L_5 - L_4 = 8,3$	16,6

$$\lambda_p = 16,95 \text{ m}$$

$$V = \lambda \cdot f = 339 \text{ m/s}$$

$$\text{Porcentaje de error: } 1,16\%$$

4. ANÁLISIS ESPECTRO DE LÁMPARA FLUORESCENTE



Figura I10. Espectroscopia

Se les pide a los participantes, después de construir el espectroscopio, analizar el espectro de las lámparas fluorescentes con la ayuda del PhysicsSensor Mobile. A continuación se muestran los espectros obtenidos por dos de los grupos.

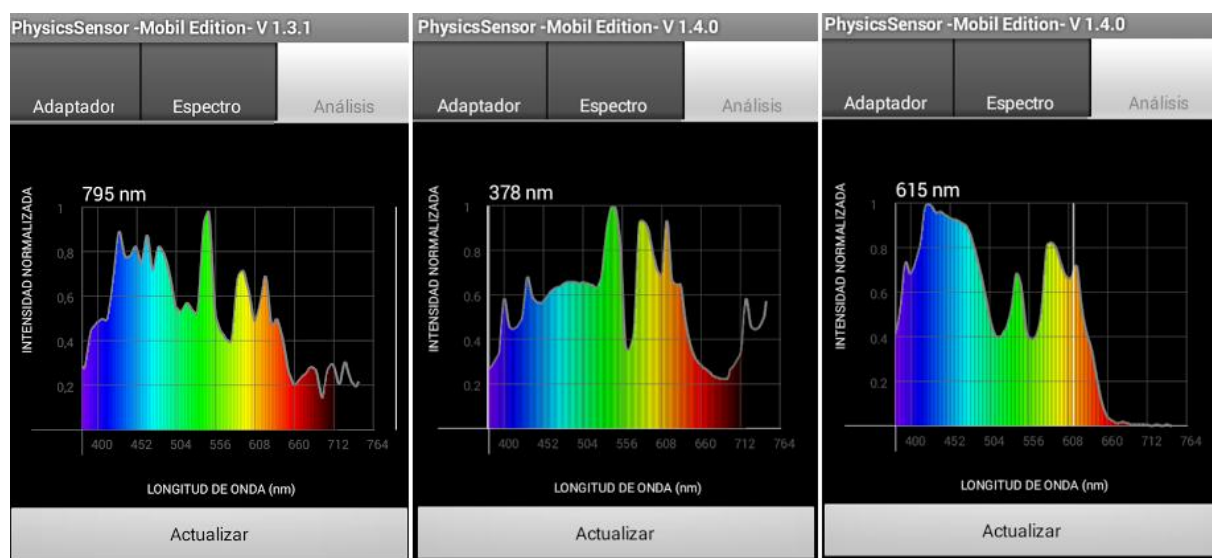


Figura I11. Espectros de lámparas fluorescentes

5. CALIBRACIÓN DEL ESPECTRÓMETRO

La calibración consiste en determinar las longitudes de onda de cada led del cabezal de calibración del espectroscopio, teniendo en cuenta que las lámparas fluorescentes son de 433 nm para el azul y 546 nm para el verde.



Figura I12. Calibración de espectrómetro

A continuación se muestra los espectros emitidos por los led de algunos de los espectroscopios calibrados.

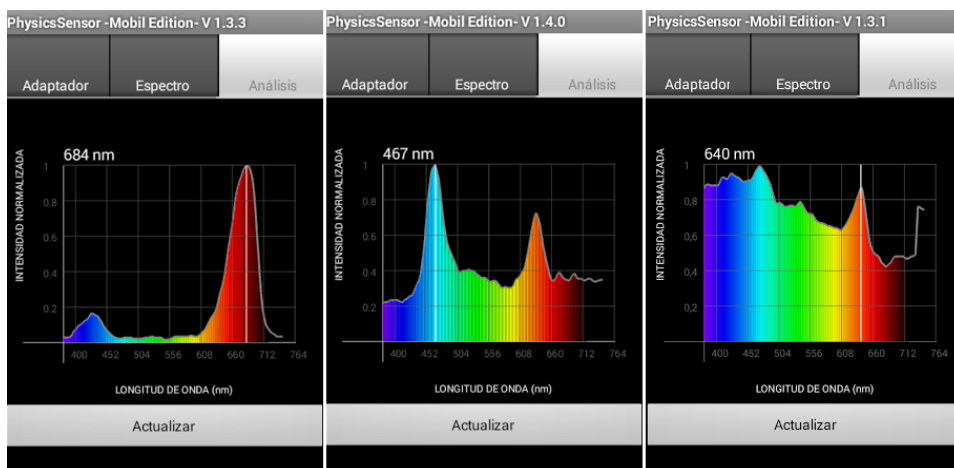


Figura I13. Espectros de calibración



Figura I14. Espectroscopios calibrados

6. ANALISIS DEL ESPECTRO DEL SODIO

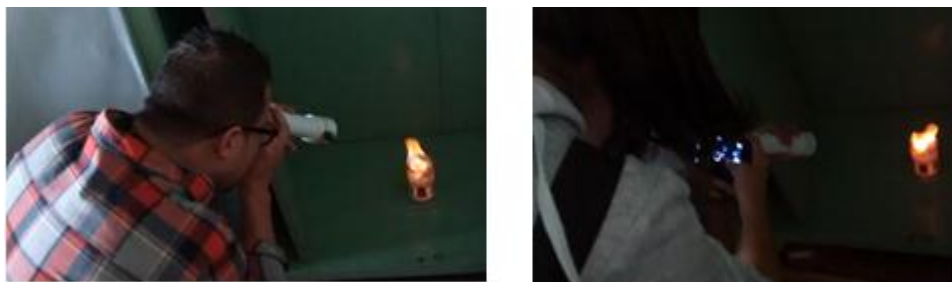


Figura I15. Obtención del espectro del sodio

Después de preparar una solución de alcohol antiséptico con sal, en un lugar oscuro y con todas las precauciones pertinentes se procedió obtener el espectro que da la llama de esta solución. Teniendo en cuenta que el sodio emite luz de color amarillo cuya longitud de onda es de 589,6 nm, se obtuvieron en todas las medidas resultados bastante cercanos. A continuación se muestran varios de los espectros obtenidos durante la ejecución de esta práctica, en los que se puede observar el valor de la longitud de onda medido, con un error bastante aceptable.

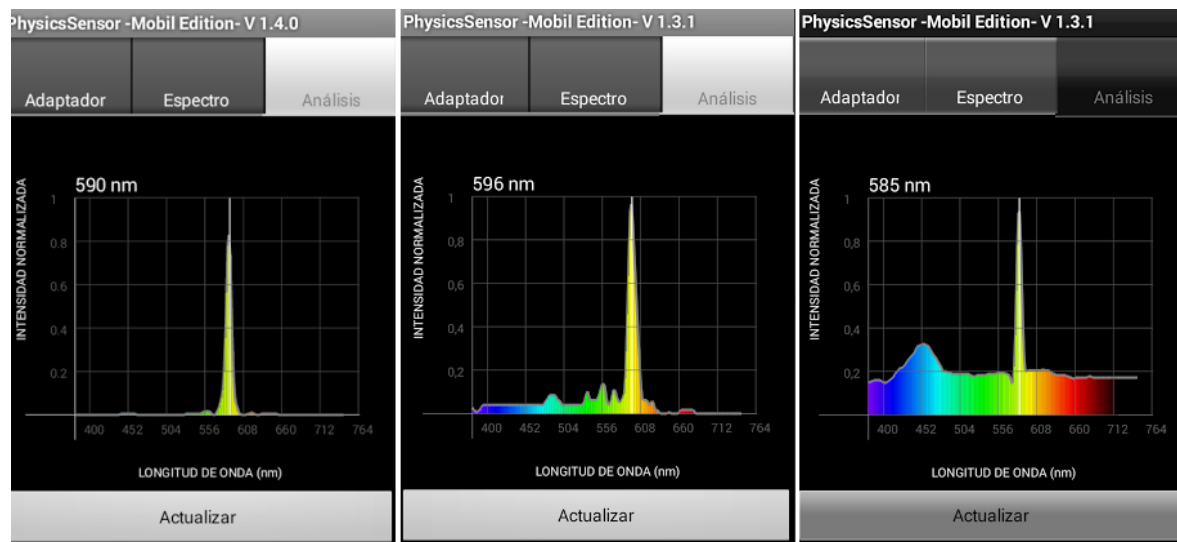


Figura I16.Espectros del sodio

7. POLARIZACIÓN DE LA LUZ Y LEY DE MALUS



Figura I17. Práctica de la ley de Malus

Para realizar este experimento, se utilizó una hoja de Excel en la que se registran los valores obtenidos en el luxómetro a medida que se va girando el polarizador (analizador) cada 10° . Esta gráfica también tiene el comportamiento gráfico teórico y el experimental.

Se muestran entonces algunos de los reportes experimentales obtenidos en dicha actividad.

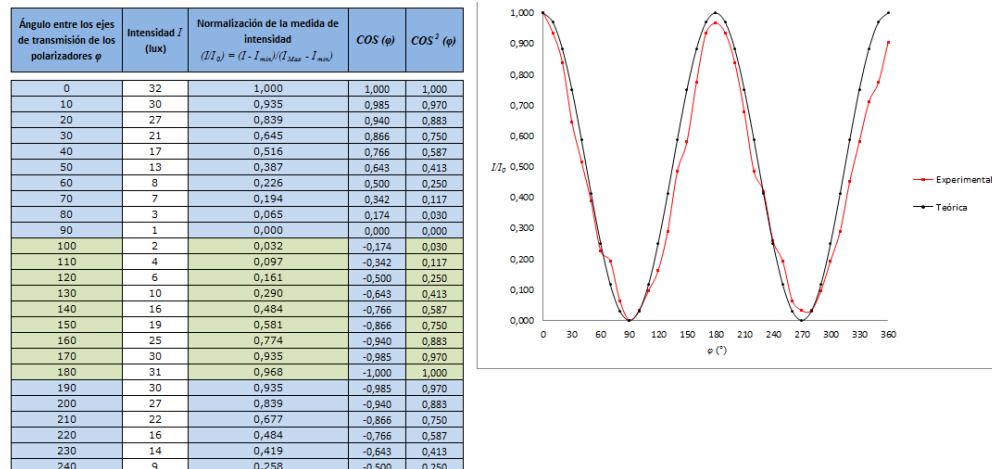


Figura I18. Ley de Malus Grupo 1

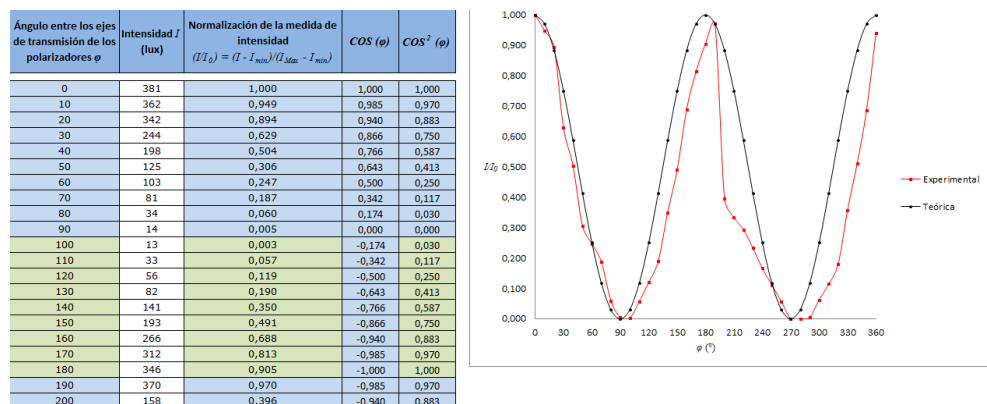


Figura I19. Ley de Malus Grupo 2

Ángulo entre los ejes de transmisión de los polarizadores ϕ	Intensidad I (lux)	Normalización de la medida de intensidad $(I/I_0) = (I - I_{min}) / (I_{Max} - I_{min})$	$COS(\phi)$	$COS^2(\phi)$
0	22	0,778	1,000	1,000
10	21	0,741	0,985	0,970
20	19	0,667	0,940	0,883
30	16	0,556	0,866	0,750
40	15	0,519	0,766	0,587
50	11	0,370	0,643	0,413
60	8	0,259	0,500	0,250
70	3	0,074	0,342	0,117
80	2	0,037	0,174	0,030
90	1	0,000	0,000	0,000
100	1	0,000	-0,174	0,030
110	2	0,037	-0,342	0,117
120	3	0,074	-0,500	0,250
130	5	0,148	-0,643	0,413
140	9	0,296	-0,766	0,587
150	18	0,630	-0,866	0,750
160	20	0,704	-0,940	0,883
170	25	0,889	-0,985	0,970
180	28	1,000	-1,000	1,000
190	24	0,852	-0,985	0,970
200	20	0,704	-0,940	0,883
210	18	0,630	-0,866	0,750
220	16	0,556	-0,766	0,587

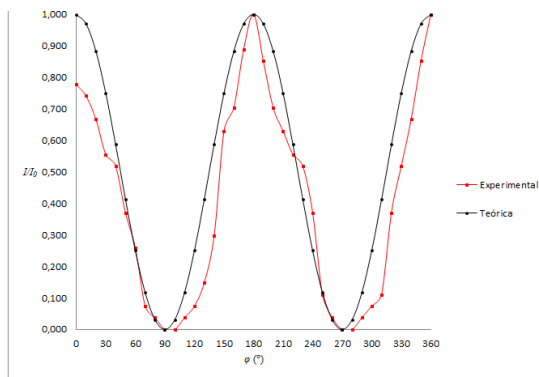


Figura I20. Ley de Malus Grupo 3

J. Anexo: Evaluación de los estudiantes



Evaluación sobre la propuesta aplicada

1. ¿Considera que la experiencia de aprendizaje utilizando los dispositivos móviles para la realización de prácticas experimentales facilita su aprendizaje? SI O NO ¿Por qué?

* Requerido

*

2. ¿Cómo le gustan las clases de ciencias naturales (física, química, biología)? *

3. De 1 a 5, cómo calificaría la propuesta aplicada para la enseñanza de las ciencias naturales? *

1 2 3 4 5

☐ ☐ ☐ ☐ ☐

4. Durante la aplicación de esta propuesta se realizaron varias prácticas. Escoja aquellas que usted considera contribuyeron más a su aprendizaje? *

- ☐ Construcción de la fotoc puerta.
- ☐ Medición de la aceleración de la gravedad.
- ☐ Medición de la velocidad del sonido.
- ☐ Calibración del espectroscopio.
- ☐ Medición de espectro del sodio.
- ☐ Resonancia en una cuerda.
- ☐ Comprobación de la ley de Malus.
- ☐ Determinación de la frecuencia de la voz.
- ☐ Construcción del espectroscopio.

5. ¿Qué otras observaciones puede hacer frente al trabajo realizado?

Qué le gustó, qué no le gustó, cómo cree que podrá mejorar el trabajo, entre otras.

Submit

Never submit passwords through Google Forms.

Powered by
 Google Forms

This content is neither created nor endorsed by Google.
[Report Abuse](#) - [Terms of Service](#) - [Additional Terms](#)

K. Anexo: Evaluación de los docentes

Evaluación sobre la actividad de laboratorio móvil

Considera que las prácticas ejemplos realizadas ayudan a la transformación de su práctica en la enseñanza de las ciencias naturales

Si-No y Por qué

Cuáles de las prácticas realizadas considera que le apoyarían mejor en su quehacer pedagógico?

- ☐ Construcción e implementación de la fotocompuerta
- ☐ Medición de la frecuencia de la voz humana.
- ☐ Polarización de la luz (Ley de Malus)
- ☐ Construcción e implementación del espectrómetro
- ☐ Medida de la velocidad del sonido
- ☐ Ondas en una cuerda (Resonancia)

Considera que puede realizar otras prácticas experimentales diferentes a las que se propusieron en esta propuesta? ¿Cuáles?

Califique de 1 a 5 la propuesta realizada teniendo en cuenta la utilidad para su trabajo como docente

1 2 3 4 5



Qué otras observaciones, opiniones, ideas le genera la propuesta realizada de laboratorio móvil de ciencias naturales?

Submit

Never submit passwords through Google Forms.

Powered by
 Google Forms

This content is neither created nor endorsed by Google.
[Report Abuse](#) - [Terms of Service](#) - [Additional Terms](#)

